

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 9 月 23 日 (23.09.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/081645 A1

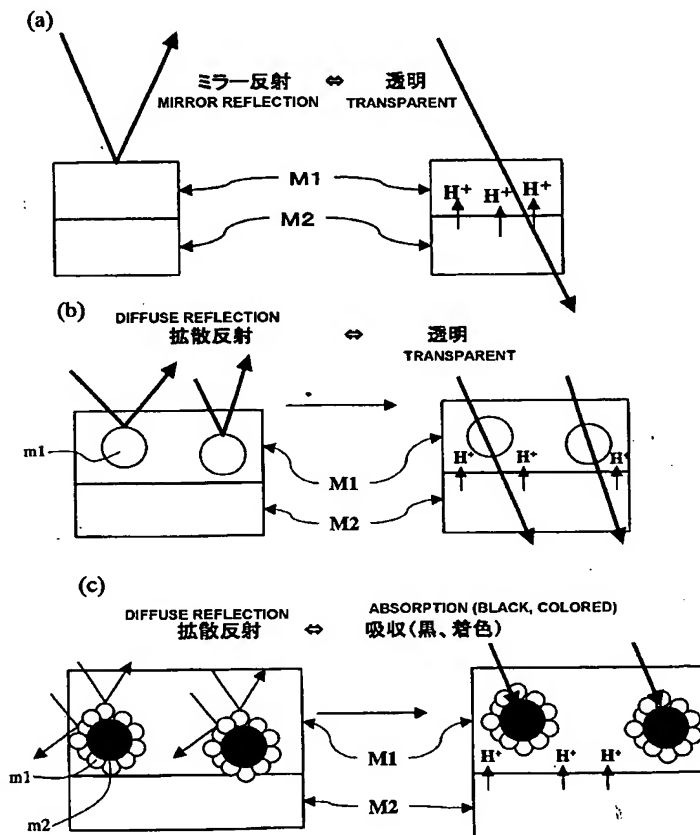
- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02F 1/19, 1/17
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003044
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 9 日 (09.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-069232 2003 年 3 月 14 日 (14.03.2003) JP  
特願2003-069183 2003 年 3 月 14 日 (14.03.2003) JP  
特願2003-070341 2003 年 3 月 14 日 (14.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).

- (72) 発明者; および  
(73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内田 秀樹 (UCHIDA, Hideki) [JP/JP]; 〒6308325 奈良県奈良市西木辻町 1 5 0 - 2 - 2 0 9 Nara (JP).
- (74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5400038 大阪府大阪市中央区内淡路町一丁目 3 番 6 号 片岡ビル 2 階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: DIMMER ELEMENT AND DISPLAY ELEMENT USING THE SAME

(54) 発明の名称: 調光素子およびそれを用いた表示素子



(57) Abstract: A dimmer element made of a material which is capable of transition between a metal reflection state and a transmission state. The dimmer element is of laminated construction including a first layer (1) and a second layer (2), and the light reflectance of the first layer (1) changes in response to an external stimulus. The first layer (1) contains a first material whose optical characteristics change according to the concentration of a specific chemical element, while the second layer (2) contains a second material capable of containing a specific chemical element, the second material discharging or absorbing a specific chemical element according to an external stimulus.

(57) 要約: 金属反射状態と透過状態との間で遷移が可能な材料を用いて調光素子を提供する。調光素子は、第 1 層 1 および第 2 層 2 を含む積層構造を備え、外部刺激にตอบสนองして第 1 層 1 の光反射率が変化する。第 1 層 1 は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、第 2 層 2 は、特定元素を含有し得る第 2 材料を含み、第 2 材料は外部刺激に応じて特定元素を放出または吸収する。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 調光素子およびそれを用いた表示素子

#### 5 技術分野

本発明は、光の反射率や透過率を制御できる調光素子および表示素子に関する。

#### 背景技術

- 10 イットリウム（Y）やランタン（La）などの金属薄膜が水素と結合することにより、可視光を透過し得る水素化物に変化する現象が報告されている（米国特許第5635729号明細書、およびHuibert、他6名、ネイチャー（Nature）、（英国）、1996年3月、第380巻、p. 231-234）。
- 15 この現象は可逆的であるため、雰囲気中の水素圧力を調節することにより、薄膜を金属光沢状態と透明状態との間で変化させることが可能である。

- 上記薄膜の光学特性を変化させ、金属光沢を示す状態と透明な状態とを切り替えることができれば、光の反射率／透過率を自由
- 20 に調節できる調光ミラーを実現することができる。調光ミラーを例えば建物や自動車の窓ガラスとして使用すれば、太陽光を必要に応じて遮断（反射）し、または透過させることができる。

- このような調光ミラーは、例えば、イットリウム薄膜の上にパラジウム層を形成した構造を有している。パラジウムは、イット
- 25 リウム薄膜の表面酸化を防止する機能と、雰囲気中の水素分子を

効率的に水素原子に変化させ、イットリウムに供給する機能とを有している。イットリウムが水素原子と化学的に結合すると、 $YH_2$ または $YH_3$ が形成される。 $YH_2$ は金属であるが、 $YH_3$ は半導体であり、その禁制帯幅が可視光のエネルギーよりも大きいため、透明である。

また、室温においても $YH_2 \rightleftharpoons YH_3$ の状態変化が迅速（数秒程度）で生じるため、雰囲気中の水素含有量に応じて反射（金属光沢）状態と透明状態との間でスイッチングを行うことが可能である。

このように金属光沢 $\rightleftharpoons$ 透明の遷移が可能な他の材料として、例えば、 $Mg_2Ni$ 薄膜が応用物理学会講演会2001春31-a-ZS-14に開示されている。

上記の従来技術には、以下に説明するような課題がある。

第一に、薄膜の光学的状態を変化させるには、薄膜を水素雰囲気へ暴露することが必要である。具体的には、薄膜と接する雰囲気ガス中の水素量（水素分圧）を制御することが必要になる。このため、上記従来構成を用いて調光素子を実用化することは難しい。

第二に、従来技術の調光素子では、イットリウムなどの金属光沢 $\rightleftharpoons$ 透明の遷移が可能な材料（以下、「調光材料」という）を含む薄膜を調光層として用いている。このような調光素子には、以下のような問題がある。

調光層（薄膜）中における金属光沢と透明状態のスイッチングは、調光層内に水素イオンが浸透していくことによって起こるが、雰囲気の水素圧力が変化しても、調光層表面での水素イオン



との反応は起こっても、薄膜内部まで水素イオンが浸透していくことは難しい。そのため、一部のイットリウム原子またはイットリウムを含む分子が未反応のまま残る可能性がある。その結果、調光層の示す金属光沢状態と透明状態との反射率の差を拡大させることが困難となる。また、調光素子をより広い用途に用いるには、調光層であるイットリウム薄膜が金属光沢状態と透明状態との間を遷移するために要する時間（スイッチング速度）を短縮する必要がある。

金属光沢状態と透明状態との反射率の差を拡大し、かつスイッチング速度を短縮するためには、例えば調光層における  $YH_2$ （または  $Y$ ） $\rightleftharpoons YH_3$  の反応効率を向上させることが考えられる。しかしながら、薄膜を調光層として用いる従来の構成では、上記反応効率の向上に限界がある。

また、一般的に調光素子を表示装置に適用しようとする、調光層が光を拡散反射する状態を有すると有利である。しかし、上記従来技術の調光素子における調光層は、金属光沢状態のときに光をミラー反射するので、表示装置への適用は困難である。

第三に、上記の従来技術によれば、薄膜の光学的状態を変化させるには、薄膜を水素雰囲気へ暴露することにより、薄膜に含まれる金属光沢 $\rightleftharpoons$ 透明の遷移が可能な材料を水素化することが必要である。具体的には、薄膜と接する雰囲気ガス中の水素量（水素分圧）を制御することが必要になる。このような水素量の制御は薄膜の全面で行われるので、薄膜全面の光学的状態が変化する。

このため、従来の調光素子では、調光ミラーなどの薄膜全面

の光学的状態を変化させる用途に適用することを前提としており、表示装置に適用することは提案されていない。表示装置に適用するには、薄膜を複数の画素に区画化し、画素ごとに光学的状態を制御する必要がある。しかし、画素ごとに雰囲気ガスの水素量を制御することは困難であり、実用的ではない。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、雰囲気ガス中の水素量（水素分圧）の制御によらず、薄膜の状態を金属反射状態と透過状態との間で遷移させることが可能な調光素子を提供することにある。また、金属光沢状態と透明状態との遷移が可能な材料を粒子として含む調光層を備えることにより、調光層の光学的特性をより高速にスイッチングすることができ、かつより広い用途に適用が可能な調光素子を提供することにある。さらに、上記調光素子を利用して表示素子を提供することにある。

## 発明の開示

本発明の調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であって、前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収することを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

ある好ましい実施形態において、前記元素は水素であり、前記第 1 材料は、水素濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

5 ある好ましい実施形態において、前記第 1 材料が前記光反射状態のとき、前記第 1 層は光を拡散反射する。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 材料は粒子である。

前記粒子の直径は 350 nm 以上であり、かつ前記第 1 層の厚さ以下であることが好ましい。

10 前記第 1 層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着していてもよい。

ある好ましい実施形態において、前記第 2 層は、水素貯蔵材料を含んでいる。

15 好ましくは、前記第 1 層および前記第 2 層の各々の水素平衡圧-組成等温線 (P T C 特性曲線) がほぼ平坦である領域において動作する。

前記 P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第 1 層および前記第 2 層の水素平衡圧力がほぼ同等であることが好ましい。

20 前記第 2 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第 1 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいることが好ましい。

ある好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

ある好ましい実施形態において、前記第 2 材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

25 前記第 2 層は、光触媒性を有する材料を含んでいてもよい。

前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えていてもよい。

5 前記第 1 および第 2 層は、前記一対の導電層の間に位置していてもよい。

前記第 1 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能してもよい。

前記第 2 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能してもよい。

10 ある好ましい実施形態において、前記第 2 層は、光透過性を要している。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有しており、前記第 1 層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第 1 層を  
15 透過した光を吸収する光吸収層を更に備えている。

ある好ましい実施形態において、前記第 2 層は、可視光吸収性を要している。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有しており、前記第 1 層は、光を拡散  
20 反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第 2 層は、前記第 1 層の光入射面とは反対側に配置されている。

前記第 1 層および第 2 層の少なくとも一方が多層構造を有していてもよい。

25 本発明の他の調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変

化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子であることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

5       ある好ましい実施形態において、前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

      ある好ましい実施形態において、前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する。

10       前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下であることが好ましい。

      前記調光層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着していてもよい。

      前記特定元素は水素であってもよい。

15       本発明のさらに他の調光素子は、外部刺激に応答して光反射率に変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料と、前記特定元素を含有し得る第2材料であって、前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する第2材料とを含んでおり、前記第1材料は粒子であることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

20

      本発明の表示素子は、複数の画素を含む表示素子であって、前記複数の画素のそれぞれは、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含む第1層と、前記特定元素を含有し得る第2材料を含む第2層であって、前記第2材料は電圧を印加されると前記特定元素を放出または吸収する第2層と、前記第2層に

25

前記電圧を印加するための一対の電極を備え、前記電圧に応答して前記第 1 層の光反射率が変化することを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

5 ある好ましい実施形態において、前記第 1 材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 材料が光反射状態のとき、前記第 1 層は光を拡散反射する。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 材料が粒子である。

10 ある好ましい実施形態において、前記第 1 層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有している。

ある好ましい実施形態において、前記第 1 層は着色粒子をさらに含んでおり、前記第 1 材料は前記着色粒子に吸着している。

15 ある好ましい実施形態において、前記第 1 層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第 2 層は、光透過性を要しており、前記第 1 層および前記第 2 層を透過した光を吸収する光吸収層を更に備えている。

20 ある好ましい実施形態において、前記第 1 層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第 2 層は可視光吸収性を有しており、前記第 2 層は、前記第 1 層の光入射面とは反対側に配置されている。

前記第 2 層は、前記第 1 層の光入射側に配置され、カラーフィルタとして機能してもよい。

前記特定元素は水素であり、前記第 2 層は、水素貯蔵材料を含んでいてもよい。

前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行うことが好ましい。

前記第 1 層は導電性を有しており、前記一对の電極の一方として機能してもよい。

5 本発明の表示素子は反射型表示素子であってもよい。

本発明の表示素子は、バックライトをさらに有することもできる。

前記第 1 層は、光をミラー反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、バックライトをさらに有してもよい。

10

#### 図面の簡単な説明

図 1 (a) ~ (c) は、本発明で利用する調光原理を模式的に示す断面図である。

15 図 2 (a) ~ (c) は、本発明の調光素子および表示素子の動作原理を示す図である。

図 3 は、本発明による調光素子の第 1、第 9 および第 12 の実施形態を示す断面図である。

図 4 は、調光層および変換層の水素平衡圧 - 組成等温線 (P-T 特性曲線) を示すグラフである。

20 図 5 (a) および (b) は、本発明による調光素子の第 2 の実施形態における調光層および変換層を示す断面図であり、図 5

(a) ~ (c) は、本発明による調光素子の第 10 の実施形態における調光層および変換層を示す断面図である。

25 図 6 (a) および (b) は本発明による調光素子の第 3 および第 11 の実施形態を示す断面図である。

図 7 は、本発明による調光素子の第 4 の実施形態を示す断面図である。

図 8 は、本発明による調光素子の第 4 の実施形態を示す断面図である。

5 図 9 は、本発明による調光素子の第 5 の実施形態を示す断面図である。

図 10 は、本発明による調光素子の第 6 の実施形態を示す断面図である。

10 図 11 は、本発明による調光素子の第 7 の実施形態を示す断面図である。

図 12 は、本発明による調光素子の第 8 の実施形態を示す断面図である。

図 13 (a) および (b) は本発明による調光素子の第 13 の実施形態を示す断面図である。

15 図 14 は、本発明による調光素子の第 16 の実施形態を示す断面図である。

図 15 は、本発明による調光素子の第 16 の実施形態を示す断面図である。

20 図 16 は、本発明による調光素子の第 17 の実施形態を示す断面図である。

図 17 は、本発明による表示素子の第 18 の実施形態を示す断面図である。

図 18 は、本発明による表示素子の第 18 の実施形態を示す平面図である。



図 19 (a) ~ (c) は、本発明による第 18 の実施形態における調光層および変換層を示す断面図である。

図 20 は、本発明による表示素子の第 19 の実施形態を示す断面図である。

5 図 21 (a) ~ (c) は、本発明による第 19 の実施形態における調光層および変換層を示す断面図である。

図 22 は、本発明による表示素子の第 19 の実施形態を示す断面図である。

10 図 23 は、本発明による表示素子の第 20 の実施形態を示す断面図である。

図 24 は、本発明による表示素子の第 21 の実施形態を示す断面図である。

図 25 は、本発明による第 21 の実施形態における調光層および変換層を示す断面図である。

15 図 26 は、本発明による表示素子の第 22 の実施形態を示す断面図である。

図 27 は、本発明による表示素子の第 23 の実施形態を示す断面図である。

20 図 28 (a) および (b) は、本発明による表示素子の第 24 の実施形態を示す断面図である。

図 29 は、本発明による表示素子の第 25 の実施形態を示す断面図である。

図 30 は、本発明による表示素子の第 25 の実施形態を示す断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

まず、本発明の表示素子において、表示に利用する調光原理を説明する。図1(a)～(c)は、本発明の表示素子の調光原理を説明するための模式的な断面図である。

5 図1(a)に示す調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、 $Mg_2Ni$ 合金であり、調光層1は、例えばこれらの調光材料の薄膜である。Y、La、 $Mg_2Ni$ 合金などの材料は、水素濃度に応じて金属－半導体（または絶縁体）  
10 状態間の遷移を行う。

変換層M2は、水素などの特定元素を含有し得る材料（本明細書では「変換材料」と称する。）を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入または光照射などの外部刺激に応じて、上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。

15 図1(a)に示されている調光層M1および変換層M2は、いずれも、水素を吸収／放出する能力を有するとともに、電荷（電子または正孔）およびイオンを移動させることができる電気伝導性を有している。

以下、電荷の注入／放出により、水素イオンが変換層M2から調光層M1へ、あるいは調光層M1から変換層M2へ移動するメカニズムを説明する。このメカニズムの特徴点は、調光層M1の光学的特性を変化させる特定元素（水素）のイオンを、  
20 電気化学的な反応によってではなく、電荷の移動を媒介として移動させる点にある。

図 2 (a) は、図 1 の構造に含まれる調光層 M 1 および変換層 M 2 の初期状態を示している。この初期状態では、水素を実質的に貯蔵していない調光層 M 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 M 2 との間で平衡状態が形成されている。調光層 M 1 には充分な濃度の水素が存在していないため、調光層 M 1 は金属状態にあり、金属光沢を示している。

次に、図 2 (b) に示すように、調光層 M 1 の側に負電位を与えると同時に、変換層 M 2 の側に正電位を与える。このとき、調光層 M 1 には負の電極（不図示）から電子が注入され、調光層 M 1 は電子リッチな状態となる。一方、変換層 M 2 には正孔が注入される（電子が引き抜かれる）。変換層 M 2 に注入された正孔は、変換層 M 2 の内部を調光層 M 1 に向かって移動してゆく。このような正孔の移動過程で、更に継続して変換層 M 2 に正孔が注入されると、変換層 M 2 は正孔リッチな状態となる。このため、変換層 M 2 では、水素イオンを放出しやすい状態となる一方、調光層 M 1 では、変換層 M 2 から水素イオンを受け取り、保持する量が増える。

このため、調光層 M 1 と変換層 M 2 との間で成立していた水素の平衡状態が崩れ、調光層 M 1 が水素をより多く保持しやすい状態となり、変換層 M 2 から放出された水素イオンが調光層 M 1 に移動することになる。こうして、図 2 (c) に示すように、新しい平衡状態が形成される。この状態では、調光層 M 1 に移動した水素と調光材料とが結合して、調光層 M 1 が透明になる。

以上の反応を記述すると、 $M1 + M2(H) \rightarrow M1(H) + M2$  となる。ここで、 $M1(H)$  および  $M2(H)$  は、それぞれ、

調光層M 1に水素が保持されている状態、および変換層M 2に水素が保持されている状態を示している。

以上の説明から明らかなように、調光層M 1と変換層M 2との間では水素イオンの受け渡しが行なわれるだけで、他のイオンの関与する反応は生じていない。また、図2 (c) の状態で印加電圧の極性を反転すると、逆方向に反応が進行するため、図2 (a) に示す元の平衡状態に復帰する。このメカニズムによれば、変換材料を含む変換層M 2に電圧印加などの外部刺激を与えることにより、調光層M 1の水素含有量を変化させることができる。従って、このメカニズムを利用する調光素子は、雰囲気の水素分圧を制御する必要がある従来技術の調光素子と比べて実用的である。

図1 (a) に示す構造の代わりに、図1 (b) に示す調光層M 1および変換層M 2を含む積層構造を有していてもよい。図1 (b) の調光層M 1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料の粒子m 1 (以下、「調光粒子」ということがある) を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、Mg<sub>2</sub>Ni合金である。調光層M 1は、例えばバインダー樹脂を含んでおり、上記調光粒子m 1はバインダー樹脂に分散している。また、調光層M 1は、変換層M 2から水素イオンもしくは水素を運ぶための電解質性の材料 (導電性高分子など) も含んでいる。変換層M 2は、図1 (a) を参照して説明した変換層M 2と実質的に同様である。

図1 (b) に示す構造を用いると、調光層M 1および変換層M 2の初期状態 (図2 (a) ) では、調光層M 1には十分な濃

度の水素が存在していないため、調光層M1に分散している各調光粒子m1は金属状態にあり、光をミラー反射する。このように各調光粒子m1が調光層M1に入射する光をランダムな方向に反射するので、調光層M1全体としては光を拡散反射する。  
5。これにより、白色の反射光が得られる。水素イオンが調光層M1に移動して新しい平衡状態が形成されると（図2（c））、調光層M1に移動した水素と調光粒子m1とが結合して、各調光粒子m1が透明になる。

あるいは、図1（c）に示す調光層M1および変換層M2を含む積層構造を用いることもできる。図1（c）の調光層M1は、  
10 黒色粒子などの着色粒子m2をさらに含んでおり、調光粒子m1が着色粒子m2に吸着している点で図1（b）の調光層M1と異なっている。図1（c）の変換層M2は、図1（a）を参照して説明した変換層M2と実質的に同様である。

図1（c）に示す構造を用いると、初期状態（図2（a））  
15 では、図1（b）の構造と同様に、着色粒子m2に吸着した各調光粒子m1は金属状態にあり、光をミラー反射する。このように各調光粒子m1が調光層M1に入射する光をランダムな方向に反射するので、調光層M1全体としては光を拡散反射する。  
20。これにより、白色の反射光が得られる。水素イオンが調光層M1に移動して新しい平衡状態が形成されると（図2（c））、調光層M1に移動した水素と調光粒子m1とが結合して、各調光粒子m1が透明になる。その結果、調光層M1は例えば黒色などの着色粒子m2の色を示す。このように、調光層M1は  
25 拡散反射状態と着色状態（吸収状態ともいう）とを遷移するの

で、この構造では、変換層 M 2 が透明である必要がない。

本発明では、図 2 (a) ~ (c) に示すような電荷の注入により水素イオンが調光層 M 1 と変換層 M 2 との間を移動するメカニズムを利用しているが、本発明はこれに限定されない。本発明の表示素子は、例えば電気化学的な反応により、水素イオンが変換層 M 2 と調光層 M 1 との間を移動するメカニズムを利用することもできる。この場合は、調光層 M 1 と変換層 M 2 との間に固体電解質の層をさらに設けてもよいし、図 1 (b) または (c) の調光層 M 1 に含まれるバインダー樹脂を固体電解質として用いてもよい。あるいは、本発明の表示素子は、変換層 M 2 を備えていなくても良い。この場合は、調光層 M 1 がさらに変換材料を含んでおり、調光層 M 1 内部で、水素イオンを調光粒子 m 1 と変換材料との間で移動させてもよい。

何れのメカニズムを利用する場合でも、変換材料に印加される電圧に応じて、調光層 M 1 の水素イオンの濃度が変化するので、調光層 M 1 の光学的特性は、図 1 (a) ~ (c) に示すように変化する。

なお、上記のうちでは、電荷の注入により水素イオンを移動させるメカニズムを利用することが好ましい。電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより水素を駆動する場合は、水素イオン以外の他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応によるメカニズムを利用する場合と比べて応答速度が高いという利点がある。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素

子としての安定した動作が可能になる。

本発明は上記調光原理を利用するので、電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより、水素を駆動することができるため、水素イオン以外の他のイオンを  
5 反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応に比べて応答速度が高くなる。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

10 上記調光原理は表示素子に好適に利用できる。そのような表示素子は、複数の画素を有し、各画素は調光層M1および変換層M2の積層構造を備えている。画素ごとに調光層M1の光反射率を変化させることにより、表示を行う。

上記表示素子は、変換材料を含む変換層M2に電圧を印加することにより、調光層M1の水素含有量を変化させることができる。従って、本発明による表示素子は、雰囲気の水素分圧を制御  
15 する必要がある従来技術の調光素子と比べて実用的である。また、従来技術では、水素分圧の制御は調光層M1の全面で行われるので、調光層M1の光学的特性は調光層M1全面で変化する。これに対して、本発明では、上記メカニズムを利用するので、調光  
20 層M1の画素ごとに印加電圧を制御することにより、画素ごとに光学的特性を変化させることができる。

以下、本発明の実施形態を説明する。実施形態1～8は、図1  
(a)に示す調光原理を利用した調光素子である。実施形態9～  
25 17は、図1(b)、(c)に示す調光原理を利用した調光素子

である。また、実施形態 18～25 は、図 1 (a) ～ (c) のいずれかの調光原理を利用した表示素子である。

(実施形態 1)

まず、図 3 を参照しながら、本発明による調光素子の第 1 の実施形態を説明する。

本実施形態の調光素子は、調光層 1 および変換層 2 を含む積層構造を備え、調光層 1 の光反射率（光学的特性）が電氣的刺激に  
10 応答して変化する。この調光素子は、調光層 1 および変換層 2 を挟みこむ一对の電極 3 a、3 b と、積層構造を支持する基板 4 とを備えている。一对の電極 3 a、3 b には、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極 3 a と電極 3 b とを単純に短絡させることも可能である。

なお、基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、  
15 図示されているものに限定されず、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。

本実施形態における調光層 1 は、水素濃度に応じて光学的特性  
20 が変化する調光材料（例えばイットリウム）を含んでいる。調光層 1 の全体または一部が 1 層または多層の調光材料から形成されてもよいし、あるいは、他の材料からなる膜中に調光材料の粒子が分散または連結した状態で存在していても良い。

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この  
変換材料は電極 3 a との間で電子の授受を行うことにより、水素のイオン（ $H^+$ ）を放出／吸収を行うことができる。

図示する例では、電極 3 a に正の電位を与え、電極 3 b に負  
25 の電位を与えると、あらかじめ充分な量の水素を含有している



変換層 2 の調光材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光材料にドーピングされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光層 1 における調光材料は、水素と結合することにより、水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光材料は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

調光層 1 は、蒸着法、スパッタ法などによって作製され得る。金属光沢を示すミラーとして調光層 1 を機能させる場合には、できる限り平坦性に優れた膜から調光層 1 を形成することが好ましい。

変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料としては、 $\text{LaNi}_5$ 、 $\text{MnNi}_5$ 、 $\text{CaNi}_5$ 、 $\text{TiMn}_{1.5}$ 、 $\text{ZrMn}_{1.5}$ 、 $\text{ZrMn}_2$ 、 $\text{TiNi}$ 、 $\text{TiFe}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ni}$ などの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ（CNT）を用いることもできる。

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気導電性材料を含んでもよい。電気導電性材料が変換層 2 に含まれていると、調光層 1 との間で水素イオンのやりとりを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に

必要に応じてバインダー樹脂などの結合材料を加えても良い。なお、一方の電極から注入された電荷がそのまま他方の電極に移動してしまうことを確実に抑制するため、調光層と変換層との間にセパレータ層を挿入してもよい。セパレータ層の材料としては、

5 イオンの移動が可能でありながら電荷の移動は生じにくい材料を選択することが望ましい。例えば、イオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などを用いることができる。このような材料からなるセパレート層を配置すれば、電極から注入された電荷が反対の電極に突き抜けることが確実に防止されるため、調

10 光層と変換層との間における電荷の移動効率を高めることができる。

変換層 2 が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピンコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層 2 を用意に形成することができる。

15 このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いても良い。

以上説明したように、本実施形態によれば、電極 3 a、3 b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層 2 と

20 調光層 1 との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドーピングされていない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用い、図 1 (a) に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光層 1 にドーピングされる。すなわち、正極側では水素放出

25 反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、

水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢－透明の間で可逆的に切り替えることができる。

- 5        変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3 a と電極 3 b と積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

10       変換層 2 と調光層 1 が水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

- 15       上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドーピングした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

- 20       本実施形態では、水素のドーピング量によって調光材料の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリ性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。
- 25

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、水素平衡圧－組成等温線（以下、「P T C 特性曲線」と称する。）に注目する必要がある。P T C 特性曲線は、図 4 に示すように、水素の貯蔵量と水素平衡圧力との関係を示す。図 4 のグラフでは、横軸が水素貯蔵量を示し、縦軸が水素平衡圧力を示している。

P T C 特性曲線が横軸に対して概平行な部分（以下、「プラトー領域」と称する。）では、一定の平衡圧力内のもとで水素の貯蔵量が増減しえるため、水素平衡圧力を一定にした状態で水素の吸収／放出を可逆的に行うことができる。このため、本実施形態の調光素子は、P T C 特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行う。

変換層 2 および調光層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 4 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。同等の水素平衡圧力を示すことによって、調光層 1 および変換層 2 の間で水素の授受をスムーズに行うことができる。調光層 1 および変換層 2 の間で、水素平衡圧力差が大きくなると、それぞれの層で水素の吸放出が生じて、2 つの層の間で水素のやりとりを行うことができなくなってしまうからである。

また、変換層 2 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。本実施形態の調光素子では、調光層 1 の水素ドー

ピング量によって調光層 1 の光透過率を制御するため、変換層 2 における水素貯蔵量の変化の幅が調光層 1 の状態変化に必要な水素ドーピング量の変化の幅よりも少ないと、調光層 1 の光学的状態を充分に変化させることができなくなるからである。

5        再び、図 3 を参照する。図 3 に示す調光素子は、変換層 2 が透明である場合、金属反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うことができる。透明度の高い状態を形成するには、基板 4 および電極 3 a、3 b だけではなく、変換層 2 を可視光域の全範囲で透過率の高い（吸収の無い）材料から形成する必要がある。しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層 2 を形成することは難しい。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換層 2 を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダー樹脂で結合することができる。このようにして作製される変換層 2 は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけでなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。

10        変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上するので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（CNT、フラーレンなど）やカリウム-黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

25        このような調光素子は、基板 4 としてガラス板を用いると、調光ガラスとして機能する。調光ガラスは、建物や自動車の窓ガラ

スなどに使用され、夏場や昼間のように外光が強いときに光反射量を上昇させることにより、強い外光の入射を抑制し、快適な空間とすることが出来る。また、透明なガラスと鏡を兼用したインテリアとして用いることも出来る。

5 (実施形態 2)

以下、図 5 (a) および (b) を参照しながら、本発明による調光素子の第 2 の実施形態を説明する。本実施形態では、金属反射状態と透明状態との間のスイッチングではなく、金属反射状態と吸収 (黒) 状態との間でのスイッチングを行うことができる。

10 図 5 (a) および図 5 (b) は、変換層 2 と調光層 1 の積層順序が相互に反転した構成を有する調光素子を示している。図 5 (a) の構成では、基板 4 の背面側から光が入射され、図 5 (b) の構成では、基板 4 の上面側から光が入射される。いずれの調光素子も、可視光を吸収する変換層 2 を備えている。このような変換層 2 は、例えば、黒色の CNT から形成することができる。な  
15 お、変換層 2 が着色している場合、あるいは、変換層 2 が透明であっても、その中に顔料や着色樹脂が混入されている場合は、金属反射状態と着色状態との間でのスイッチングが可能になる。

図 5 (a) に示す調光素子においては、基板 4 および下層の電極 3 b を透明な材料から形成することが好ましい。基板 4 は、透明であれば、ガラスやプラスチックなどの材料から形成され得る。  
20 。下層の電極 3 b は、ITO などの透明導電性材料から形成されることが好ましく、この場合の好ましい電極厚さは、例えば 150 nm に設定される。

調光層 1 は、例えば、厚さは 50 nm 程度のイットリウム膜から構成される。変換層 2 は、例えば、AB5 型 Mm 水素貯蔵合金である Ni 合金の超微粒子（分散中心半径 10 nm）と、導電性高分子材料 P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、及びバインダー樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものをを用いることができる。

ブレンド樹脂は、溶液化できるのでスピコートによって膜を形成することができる。厚さは 500 nm 程度にすることができる。変換層 2 に用いる水素貯蔵合金については、あらかじめ水素を貯蔵させたものをを用いることができる。調光材料としては、イットリウム以外に、La、MgNi などが用いることができる。

調光層 1 と変換層 2 との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子 P1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜に加えて、電解質材料を用いて形成された層を配置してもよい。また、電荷移動性をもつ高分子材料と電界質材料とを含む層を配置しても良い。このような膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。

光吸収性を有する変換層 2 は、水素貯蔵材料として機能するカリウム－黒鉛層間化合物および導電性高分子材料 P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、を、バインダー樹脂として機能するアクリル系樹脂と混合したもの（ブレンド樹脂）から形成することもできる。ブレンド樹脂は溶液化できたため、変換層 2 は、スピコートによって形成され得る。変換層 2 の厚さは、例えば 500 nm 程度に設定され得る。

図 5 (a) に示す調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、初期状態で金属反射を示していた調光素子の光入射面側が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、調光層 1 が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光素子の光入射側面が金属光沢を示すように変化する。

なお、図 5 (b) に示す構成の調光素子では、図面の上方から光が入射する。この場合、調光層 1 の上層に位置する電極 3 a を透明にする必要があるが、基板 4 や下側の電極 3 を透明にする必要はない。

### (実施形態 3)

次に、図 6 (a) を参照しながら、本発明による調光素子の第 3 の実施形態を説明する。

本実施形態の調光素子は、可視光に対して透明な変換層 2 を備えているが、光吸収層として機能する部材（光吸収板）5 を更に備えているため、金属反射状態と黒（光吸収）状態との間でのスイッチングが可能である。光吸収板 5 は、可視光域の全域で光を吸収するもの（黒）であってもよいし、可視光域の全体一部の光を吸収するもの（他の色）であってもよい。

光吸収体 5 は、調光層 1 に対して、光入射側とは反対の側に配置される。本実施形態では、図 6 (a) に示すように、調光層 1



の上に透明な変換層 2 が配置されているが、変換層 2 と調光層 1 との上下関係は逆転されても良い。

光吸収板 5 を基板の背面に配置する代わりに、光吸収性を有する層を基板 4 の光入射側面、または、積層構造の内部に配置しても良い。このような光吸収層が導電性を有しない場合は、調光層 1 と電極 3 b との間に配置することができないので、基板 4 と電極 3 b との間に配置すればよい。一方、光吸収層が導電性を有する場合、電極 3 b と一体的に、または電極 3 b の代わりに光吸収層を用いることも可能である。

なお、壁材の色や模様と等しい色や模様を示す光吸収層を用いることにより、通常は壁の一部として機能し、必要に応じて鏡としての機能を発揮し得る調光ミラーを実現することも可能になる。

#### (実施形態 4)

次に、図 7 および図 8 を参照しながら、本発明による調光素子の第 4 の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、金属拡散反射（白）状態と光吸収状態の間でスイッチングを行うことが可能である。

本実施形態の調光素子は、図 8 に示すように、凹凸を有する基板 4 上に、電極 3 a、変換層 2、調光層 1、および電極 3 b が、この順序で積層された構造を有している。拡散反射を行うため、調光層 1 の表面に微細な凸部および／または凹部が存在している。

次に、図 7 を参照しながら、図 8 の調光素子の動作を説明する。

図 7 では、簡単化のため、電極 3 a、3 b の記載は省略している。調光層 1 の表面に微細な凸部が存在しているため、図 7 (a) に示すように調光層 1 が金属反射状態にあるとき、光を拡散反射することができる。一方、図 7 (b) に示すように調光層 1 が透明状態にあるときは、下層に位置する変換層 2 が光を吸収する。

図 7 に示す例では、基板の表面が微細な凸部を有しているため、変換層 2 および調光層 1 の全体の平坦性が基板の凹凸を反映した形状を有している。言い換えると、調光層 1 の上面（光反射側の面）だけではなく、底面も下地の凹凸を反映した形状を有している。しかし、下地である変換層 2 は凹凸構造を有している必要性は無いため、基板表面および変換層 2 は平坦に形成した上で、調光層 1 の上面のみに微細な凹部および／また凸部を形成するようにしてもよい。

このように、本実施形態の調光素子によれば、調光層 1 が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。一方、調光層 1 が透明な状態にあるときには、変換層 2 によって光が吸収されるため、黒または他の色に見える。

本実施形態の調光素子は、表面に凹凸を形成した基板 4 を用いていることを除けば、他の実施形態と同様の構成を有し得る。例えば、変換層 2 としては、水素貯蔵材料であるカリウム-黒鉛層間化合物、導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、及びバインダー樹脂としてアクリル系樹脂を、ブレンドしたものを好適に用いることができる。

(実施形態 5)

図 9 を参照しながら、本発明による調光素子の第 5 の実施形態を説明する。

本実施形態の調光素子では、図 9 に示すように、調光層 1 それ  
5 自体が電極の一方を兼ねている。調光層 1 は、基本的に金属薄膜  
であるので電極として機能しえる。電極を調光層 1 が兼ねること  
により、電極を形成する工程がひとつ簡略化されるため、調光素  
子の製造工程数を低減することができる。

なお、図 9 の調光素子は、透明－金属反射型調光素子であるが  
10 、上述した他のタイプの調光素子であっても、調光層 1 で電極を  
兼ねることができる。

(実施形態 6)

図 10 を参照しながら、本発明による調光素子の第 6 の実施形  
態を説明する。

15 本実施形態では、変換層と第 1 変換層 2 a と第 2 変換層 2 b の  
複数層に分離した構成を有している。本発明の調光素子では、水  
素などの特定元素を調光層 1 にドーピングすることによって調光層 1  
の状態を変化させるため、2 つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を  
挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、  
20 調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極とし  
て機能し得るため、図 10 の例では、調光層 1 を電極として用い  
ている。

図 10 の例では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、  
調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更  
25 に多層化することも可能である。調光層 1 が単層であれば、調光

の程度が不十分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を十分に大きくすることが可能になる。

(実施形態 7)

図 1 1 を参照しながら、本発明による調光素子の第 7 の実施形態を説明する。

本実施形態では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2 に多層構造を付与している。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねるほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2 a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 2 変換層 2 b とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

本実施形態では、導電性高分子材料 P 1 (電子、正孔両電荷を輸送できる材料) と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2 a として用いている。また、A B 5 型 M m 水素貯蔵合金である N i 合金の超微粒子 (分散中心半径 1 0 n m) を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2 b として機能させている。

(実施形態 8)

以下、図 1 2 を参照しながら、本発明による調光素子の第 8 の実施形態を説明する。

本実施形態が前述の各実施形態と異なる点は、図 1 2 に示すように、電極構造を有してない点にある。本実施形態では、変換層 2 に光電荷発生特性を有する材料を添加している。光電荷発生特性を有する材料とは、ここでは光照射において電子あるいは正孔を放出する材料系のことである。具体的には、蛍光色素、 $\text{SiO}_2$  微粒子、カルバゾールなどのような有機分子、またそれを高分子化した高分子材料などである。これらの材料はそれぞれが有する吸収波長に応じて、光照射によって正孔、または電子を放出する。これらの電荷によって水素貯蔵材料が有する水素を隔離させ変換層内を伝達して調光層の金属膜に運ばれ金属膜を水素化する。通常、可視光域で調光するので可視光領域に吸収を持つ材料を用いるのいいが、紫外線や熱線（赤外線）の強度によって調光量を制御したい場合にはそのような領域に吸収を持つような材料系を使えばよい。

この変換層に光電荷発生特性を有する調光素子は、特に電界などの外部から制御系を用いることなく調光出来ることが特徴である。光照射している間は電荷の放出が行われるので調光量を制御することが出来る。

初期状態の制御については、水素を変換層の水素貯蔵材料に貯蔵させ、調光層をノンドープ状態にすれば金属反射状態が初期状態になるし、あらかじめ調光層に水素をドープしておけば、調光層は透明状態になるので変換層の色味によって決まる。

また、光照射による調光量制御では、光量による蓄積によって調光量が変わるので、弱い光でも長時間照射が続くと調光量が増加していく場合がある。調光量を光照射の強さのみで制御したい

場合には不都合が生じる。このような場合は、変換層と調光層の水素貯蔵能力、つまりは水素との反応スピードを調整する。平衡が調光層の方向に強い場合は光があたって水素が変換層に伝達され変換層が水素ドープしてもほとんどが再度調光層のほうへ引き  
5 戻されてしまう。更に、変換を示す照射量を調整すれば、変換層の透明状態（水素ドープ状態）は光照射がある程度の強さを保って当たっている場合調光層の透明状態を維持することができる。光照射が弱い場合や、光照射がなくなった場合には、平衡状態が変換層のほうに移るので、調光層は初期状態に戻る。光の照射で  
10 調光層の金属反射－透明状態を繰り返し使う場合にも、調光層、変換層の平衡状態の方向を制御するとよい。

本実施形態では、調光層 1 の調光材料として、PTC 特性曲線平坦領域の平衡圧力が変換層 2 の変換材料に比べて大きい材料を選択している。

15 変換層 2 内には、追加的に Ru 錯体色素が添加している。この色素は可視光全体域の光を吸収し、光を吸収すると、電子を放出する特性を有している。また、変換層 2 は、あらかじめ水素を貯蔵させている。

20 本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が十分なレベルに達したとき、金属反射の程度が低くなって調光素子が黒色を呈してくる。これは、光照射によって生成された電子が変換層 2 の水素貯蔵材料において還元反応を引き起こし、それによって生じた水素が調光層 1 における水素平衡圧力以上になるために起こる。調光層 1 に移動した水素は、そこで水素化化合

物を形成し、調光層 1 を透明化する。このため、調光層 1 を介して変換層 2 の色（黒色）が視認されるためである。

光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層 1 の状態変化も停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、  
5 平衡状態が変換層側に移り、調光層に移動した水素も変換層にほとんど再移動することができる。

このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。上記の構成例では、光の照射強度が増加すると調光層 1 による反射量が少なくなるが、変換層に透明な材料を用いて、あらかじめ調光層のほうに水素ドーピングしておくことで、  
10 光強度に応じて、透過と反射を制御できる窓ガラスを提供できる。この場合、変換層内に入れる色素が着色するので完全な透明状態は難しいが色ガラスと反射の素子は容易に作成できる。

外部からの光照射によって調光層の状態変化をスイッチングする代わりに、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。光照射のみによって調光する場合は、使用者の要求に応じた調光が実現できない。また、調光素子の使用中に水素が完全に移動できずに、初期状態がシフトする問題も生じ得る。このような問題を回避するためには、  
15 電極を付加的に配置することが好ましい。付加的に設けた電極によって水素ドーパ量を調整すれば、通常の光照射による調光とあわせて、調光量を自在に変化させることが可能になる。また、電極を用いた電圧印加により、水素の平衡状態に初期化することが可能になるため、再現性に優れた調光の制御が実現する。

25 （実施形態 9）

本実施形態の調光素子は、調光層 1 が調光粒子を含んでいること以外は、図 3 を参照しながら説明した実施形態 1 の調光素子と同様の構成を有している。本実施形態の調光素子は、図 1 (b) に示す調光原理を利用し、金属拡散反射状態と透明状態との間のスイッチングを行う。

本実施形態における調光層 1 では、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を用いて形成された微粒子（例えばイットリウム、ランタン、以下「調光微粒子」という）がバインダー樹脂に分散している。

調光層 1 に含まれる調光微粒子の平均粒径は例えば  $1 \mu\text{m}$  である。調光微粒子は典型的にはバインダー樹脂に分散している。バインダー樹脂として、例えばガラスとほぼ同等の屈折率を有するアクリル系樹脂を用いる。また、調光層 1 は、さらに、調光微粒子と変換層 2 との間で水素イオンおよび電荷のやりとりを行うための電気導電性材料を含んでいる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子（例えば P 2）や電荷移動錯体を用いることができる。

調光層 1 は、バインダー樹脂の溶液に上記の調光微粒子を分散させ、さらに電気導電性材料を溶解させた塗布溶液を用意した後、例えばスピコート法によって塗布溶液を電極 3 b 上に塗布することによって形成できる。調光層 1 の厚さは例えば  $3 \mu\text{m}$  程度である。調光層 1 の形成を、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いても良い。調光層 1 の光入射側の面は、平坦であってよいし、凹凸を有していてもよい。凹凸を有する調光層



1 は、例えば、凹凸を有する基板 4 または電極 3 b を用いて、凹凸を有する下地の上に上記塗布溶液を塗布することによって形成できる。

好ましい調光層 1 の厚さは、 $1.5 \mu\text{m}$  以上  $50 \mu\text{m}$  以下である。 $1.5 \mu\text{m}$  以下であれば、高い反射率を有する調光層 1 が得られなかったり、調光層 1 に用いる調光微粒子の粒径が制限されたりする。一方、 $50 \mu\text{m}$  以上であれば、調光層 1 の導電性が低くなる可能性がある。

変換層 2 は、実施形態 1 における変換層 2 と同様の構成を有し、同様の材料を用いて形成され得る。

本実施形態では、実施形態 1 と同様に、電極 3 a、3 b に電圧を印加して、変換層 2 と調光微粒子との間で水素の移動を引き起こすことにより調光素子を動作させることができる。

水素の貯蔵／放出は、好ましくは、実施形態 1 で説明したように、図 4 に示す P T C 特性曲線を利用して適切に制御される。すなわち、変換層 2 および調光層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 4 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。また、変換層 2 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。

（実施形態 1 0）

本実施形態の調光素子は、調光層 1 が調光粒子を含んでいること以外は、図 5 (a) ~ (c) を参照しながら説明した実施形態 2 の調光素子と同様の構成を有している。本実施形態の調光素子は、図 1 (b) に示す調光原理を利用し、金属拡散反射 (白色) 状態と吸収 (黒または着色) 状態との間でのスイッチングを行うことができる。

調光層 1 は、例えば実施形態 9 で用いた調光層 1 と同様である。光吸収性を有する変換層 2 は、水素貯蔵材料として機能するカリウム-黒鉛層間化合物および導電性高分子材料 P 1 (電子、正孔両電荷を輸送できる材料) を、バインダー樹脂として機能するアクリル系樹脂と混合したもの (ブレンド樹脂) から形成することもできる。ブレンド樹脂は溶液化できるため、変換層 2 は、スピンコートによって形成され得る。変換層 2 の厚さは、例えば 500 nm 程度に設定され得る。

調光層 1 と変換層 2 との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子 P 1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜を配置する代わりに、電解質膜を配置しても良い。電解質膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。

なお、図 5 (b) に示す構成の調光素子では、図面の上方から光が入射する。この場合、調光層 1 の上層に位置する電極 3 a を透明にする必要があるが、基板 4 や下側の電極 3 を透明にする必要はない。

図 5 (a) および図 5 (b) に示す調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、図 5 (c) に示すように、初期状態で金属拡散反射を示していた調光層 1 が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、調光層 1 に含まれる調光微粒子が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光層 1 が金属拡散光沢を示すように変化する。

#### (実施形態 11)

次に、図 6 (a) および (b) を参照しながら、本発明による調光素子の第 11 の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、調光層 1 が調光微粒子を含んでいること以外は、図 6 (a) を参照しながら説明した実施形態 3 と同様の構成を有している。すなわち、本実施形態の調光素子は、図 1 (b) に示す調光原理を利用し、金属拡散反射状態と黒（光吸収）状態との間でのスイッチングを行うことができる。

本実施形態における調光層 1 および変換層 2 は、実施形態 9 における調光層 1 および変換層 2 と同じであってもよい。また、光吸収板 5 は、実施形態 3 における光吸収板 5 と同じであってもよい。

図 6 (a) に示す調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、図 6 (b) に示すように、初期状態で金属拡散反射を示していた

調光層 1 が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、調光層 1 に含まれる調光微粒子が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光層 1 が金属拡散光沢を示すように変化する。

(実施形態 12)

次に、本発明による調光素子の第 12 の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、図 3 を参照しながら説明した実施形態 9 の構成と同様の構成を有している。異なる点は、本実施形態の調光層 1 および変換層 2 が図 1 (c) に示す調光原理を利用しているという点である。従って、実施形態 10 のように光吸収性を示す変換層 2 を用いたり、実施形態 11 のような光吸収板 5 を設けたりすることなく、金属拡散反射 (白色) 状態と光吸収 (黒または着色) 状態の間でスイッチングを行うことが可能である。

本実施形態の調光素子は、図 3 に示すように、基板 4 上に、電極 3 a、調光層 1、変換層 2、および電極 3 b が、この順序で積層された構造を有している。この調光素子では、基板 4 の上面から光が入射される。なお、調光層 1 と変換層 2 とは積層順序が相互に反転していてもよく、その場合は、光は基板 4 の背面から入射される。

調光層 1 は、実施形態 9 で用いたものと同様の調光微粒子 (イットリウム微粒子など) を含んでいる。調光微粒子は、例えばカーボン系の黒色粒子に吸着している。

このような調光層 1 は、例えば以下のようにして形成できる。バインダー樹脂の溶液中で、粒径  $5\ \mu\text{m}$  の黒色粒子と、それより小さい粒径（例えば  $1\ \mu\text{m}$ ）を有する調光微粒子とを混合することにより、黒色粒子の表面を覆うように調光微粒子を吸着させる。得られた溶液に導電性高分子材料 P 2 をさらにブレンドした後、得られたブレンド溶液をスピンコート法により電極 3 b の上に塗布する。調光層 1 の厚さは、例えば  $10\ \mu\text{m}$  である。黒色粒子が分散されているため、調光層 1 の厚さは他の実施形態の調光層 1 の厚さよりも大きい。しかし、カーボン系黒色微粒子および調光微粒子は何れも高い導電性を示すので、調光層 1 全体は十分な導電性を有する。

本実施形態の調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、初期状態で金属拡散反射を示していた調光素子の光入射面側が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、黒色粒子に吸着している調光微粒子が透明になるに連れて、黒色粒子が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光素子の光入射側面が金属拡散光沢を示すように変化する。

このように、本実施形態の調光素子によれば、調光層 1 に含まれる調光微粒子が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。一方、調光微粒子が透明な状態にあるときには、黒色粒子などの着色粒子によって光が吸収されるため、調光層 1 の表面は

黒または他の色に見える。すなわち、調光層 1 自体が、金属拡散状態と光吸収（着色）状態との間を遷移する。従って、本実施形態では、吸収板などの光吸収性を有する層を別個に設けることなく、金属拡散状態⇄光吸収（着色）状態のスイッチングが可能な調光素子が提供できる。

本実施形態の調光素子は、上述したような着色粒子を含む調光層 1 を用いていることを除けば、実施形態 9 と同様の構成を有し得る。但し、調光層 1 よりも光の入射側に配置された層（図 3 の構成では、変換層 2 および電極 3 a）は透明である。一方、調光層 1 よりも光の入射側に配置されていない層（図 3 の構成では、電極 3 b と基板 4）は透明である必要はない。

（実施形態 13）

図 13（a）および（b）を参照しながら、本発明による調光素子の第 13 の実施形態を説明する。

図 13（a）の調光素子は、変換層を第 1 変換層 2 a と第 2 変換層 2 b との複数層に分離した構成を有している。本発明の調光素子では、水素などの特定元素を調光層 1 にドーピングすることによって調光層 1 の状態を変化させるため、2 つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 13（a）の例では、調光層 1 を電極として用いている。

図 13（a）の調光素子では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が単層で

あれば、調光の程度が不十分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を十分に大きくすることが可能になる。

調光層 1 の導電性が低いために電極として用いることができない場合には、図 1 3 (b) に示すように、調光層を第 1 調光層 1 a と第 2 調光層 1 b との 2 層に分離し、これらの調光層の間に電極 3 c を挿入してもよい。図 1 3 (b) の調光素子においても、調光層 1 をさらに多層化することができる。

図 1 3 (a) および (b) の何れの調光素子も、各層を順次積層することで容易に作製できる。なお、調光層、変換層、電極および基板は、積層数が異なる以外は実施形態 9 ~ 1 2 と同様の構成を有し得る。

#### (実施形態 1 4)

本実施形態の調光素子は、図 1 1 を参照しながら説明した実施形態 6 と同様の構成を有している。ただし、調光層 1 として、図 1 (b)、(c) に示すような構造の調光層 1 を用いる。

本実施形態では、変換層 2 を、異なる機能を有する第 1 変換層 2 a および第 2 変換層 2 b に分離している。第 1 および第 2 変換層 2 a、2 b は、実施形態 6 おける第 1 および第 2 変換層 2 a、2 b と同様の材料から形成されていてもよい。

なお、このような変換層の機能分離は、実施形態 9 ~ 1 3 の何れの調光素子にも適用することができる。

#### (実施形態 1 5)

本実施形態の調光素子は、図 1 2 を参照しながら説明した実施形態 8 と同様の構成を有している。ただし、調光層 1 として、図 1 (b)、(c) に示すような構造の調光層 1 を用いている。

5 本実施形態における変換層 2 には光電荷発生特性を有する材料が添加されている。光電荷発生特性を有する材料として、実施形態 8 で例示した材料を用いることができる。また、本実施形態の調光素子は、実施形態 8 で説明した制御方法により動作させることができる。

10 本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できるので、調光層 1 および変換層 2 に電圧を印加する電極 3 a、3 b (例えば図 5) を必要としないという利点がある。

(実施形態 1 6)

以下、図 1 4 および図 1 5 を参照しながら、本発明による調光素子の第 1 6 の実施形態を説明する。

15 本実施形態が前述の各実施形態と異なる点は、図 1 4 に示すように、基板 4 上に調光層 1 のみが積層され、電極や変換層を有していない点にある。基板 4 は透明な基板であればよく、他の実施形態で用いたものと同様の基板を用いることができる。

20 図 1 5 は、本実施形態の調光素子に用いられる調光層 1 を示す。調光層 1 は、調光微粒子 1 1 と、Ru 錯体色素などの光電荷発生特性を有する材料 1 2 と、水素貯蔵材料などの変換材料 1 3 を含んでいる。これらは、典型的にはバインダー樹脂に分散している。また、調光層 1 は、水素や電子が調光層 1 内を移動できるようにするための電気導電性材料を含んでいる。本実施形態では、  
25 調光微粒子 1 1 を構成する調光材料として、PTC 特性曲線平



坦領域の平衡圧力が変換材料 1 3 に比べて大きい材料を選択している。光電荷発生特性を有する材料 1 2 として、実施形態 7 に例示したものと同様のものを用いることができる。変換材料 1 3 として、他の実施形態において変換層に含まれている変換材料と同じものを用いることができる。このように、調光層 1 は光変調を起こすために必要な構成物を全て含んでいる。

本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が十分なレベルに達したとき、金属拡散反射の程度が低くなって調光素子が透明になってくる。この理由を以下に説明する。光照射によって生成された電子が変換材料 1 3 において還元反応を引き起こすので、水素を生じる。生じた水素が変換材料 1 3 における水素平衡圧力以上になると、水素は調光微粒子 1 1 に移動し、調光微粒子の調光材料と水素化合物を形成する。水素化合物が形成されると、調光微粒子 1 1 が透明となる。その結果、調光素子全体が透明となる。

光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層 1 の状態変化も停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、平衡状態が変換材料 1 3 側に移り、調光微粒子 1 1 に移動した水素も変換材料 1 3 にほとんど再移動することができる。

このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。

本実施形態においても、実施形態 1 5 と同様に、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。また、電極を付加的に配置することによって水素ドーピング量を調整することもできる。

(実施形態 17)

以下、図 14 および図 16 を参照しながら、本発明による調光素子の第 17 の実施形態を説明する。

本実施形態の調光素子は、図 14 に示すように、基板 4 上に調光層 1 のみが積層され、電極や変換層を有してない。本実施形態では、基板 4 は調光層 1 を支持できればよく、透明でなくてもよい。

図 16 は、本実施形態の調光素子に用いられる調光層 1 を示す。調光層 1 では、着色粒子（例えば黒色粒子）10 がバインダー樹脂に分散しており、着色粒子 10 に調光微粒子 11 が吸着している。この他、バインダー樹脂には、Ru 錯体色素などの光電荷発生特性を有する材料 12 と、水素貯蔵材料などの変換材料 13 とが分散している。さらに、調光層 1 は、水素や電子が調光層 1 内を移動できるようにするための電気導電性材料を含んでいる。本実施形態では、調光微粒子 11 を構成する調光材料として、PTC 特性曲線平坦領域の平衡圧力が変換材料 13 に比べて大きい材料を選択している。光電荷発生特性を有する材料 12 として、実施形態 7 に例示したものと同様のものを用いることができる。変換材料 13 として、他の実施形態において変換層に含まれている変換材料と同じものを用いることができる。このように、調光層 1 は光変調を起こすために必要な構成物を全て含んでいる。

本実施形態では、着色粒子 10 として、カリウム－黒鉛層間化合物の黒色粒子を用いる。このように、着色粒子 10 が変換材料としても機能し得る粒子であれば、変換材料 13 を別個に調光層 1 に添加する必要がないので好ましい。また、調光微粒子 11 は

変換材料である着色粒子 10 に吸着しているので、水素が調光材料と変換材料と間の移動に要する時間が短い。従って、水素がバインダー樹脂中を移動する場合と比べて、調光層 1 の光学的特性をより高速にスイッチングできる。

5       本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が充分なレベルに達したとき、金属拡散反射の程度が低くなって調光素子が黒色などの着色粒子 10 の色を呈してくる。これは、光照射によって生成された電子が変換材料（変換材料 13 または、着色粒子 10 が変換材料を用いて形成されている場合には、着色粒子 10）において還元反応を引き起し、それによって生じた水素が変換材料における水素平衡圧力以上になるために起こる。水素は変換材料から調光微粒子 11 へ移動して、調光微粒子 11 の調光材料と水素化合物を形成し、調光微粒子 11 を透明化する。この結果、着色粒子 10 の色が視認されるので、調光素子全体が着色粒子 10 の色となる。

15       光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層 1 の状態変化も停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、平衡状態が変換材料側に移り、調光微粒子 11 に移動した水素も変換材料にほとんど再移動することができる。

20       このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。

25       本実施形態においても、実施形態 15 と同様に、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。また、電極を付加的に配置することによって水素ドーブ量を調整することもできる。

(実施形態 18)

まず、図を参照しながら、本発明による第 18 の実施形態を説明する。本実施形態は、上記調光原理を利用した表示素子である。

図 17 は、本実施形態の表示素子における一画素の模式的な断面図を示し、図 18 は、本実施形態の表示素子の平面図を示す。ここでは、反射型フルカラー表示素子を例に説明するが、本発明はこれに限定されない。例えば、白黒表示素子でもよいし、投射型表示素子でもよい。

本実施形態の表示素子は、基板 1 の上に順次積層された光吸収層 5、電極 3 b、変換層 2、調光層 1、電極 3 a およびカラーフィルタ 6 を有している。図 18 に示すように、電極 3 b は平行に延びる複数のパターンを有し、電極 3 a は、電極 3 b と垂直な方向に延びる複数のパターンを有している。一对の電極 3 a、3 b には適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極 3 a と電極 3 b とを単純に短絡させることも可能である。カラーフィルタ 6 は、電極 3 a と略平行に伸びる複数のパターンを有している。これらのパターンのうち、典型的には各画素につき R (赤)、G (緑)、B (青) の 3 つのパターンが形成されている。

なお、基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。また、基板 4 がガラス基板などの透明な基板であれば、光吸収層 5 を基板 4 の背面に設けてもよい。また、光吸収層 5 が導電性を有する場合、光吸収層 5 は電極 3 a と電極 3 b との間のどこに設けてもよい。ある

いは、導電性を有する光吸収層 5 を、電極 3 b と一体的に、または電極 3 b の代わりに用いることも可能である。

本実施形態における調光層 1 は、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料（例えばイットリウム）を含んでいる。本実施形態では、調光層 1 として、図 1（a）に示すように調光材料を用いて形成された膜（例えばイットリウム膜）である。調光層 1 は 1 層でもよいし、多層構造を有していてもよい。

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極 3 a との間で電子の授受を行うことにより、水素のイオン（ $H^+$ ）を放出／吸収を行うことができる。

図示する例では、マトリクス状に形成された電極 3 a および 3 b によって、任意の画素の変換層 2 に電圧を印加できる。ある画素において、電極 3 a に正の電位を与え、電極 3 b に負の電位を与えると、あらかじめ十分な量の水素を含有している変換層 2 の変換材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光材料にドーピングされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光層 1 における調光材料は、水素と結合することにより、水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光材料は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

上述したような調光層 1 および変換層 2 の状態の変化を、図 1 9（a）に示す。調光層 1 の調光材料が金属状態のとき、表示素子に入射する光は調光層 1 で反射され、カラーフィルタ 6 を透過する。従って、カラーフィルタ 6 を透過した光が視認される。調

光材料が半導体または絶縁体になると調光層 1 が透明になるので、表示素子に入射する光は調光層 1 を透過し、光吸収層 5 に吸収される。そのため、黒色が視認される。

次に、本実施形態の表示素子の製造方法を説明する。

5       まず、基板 4 を用意する。基板 4 は、基板 4 上に形成される積層構造を支持できればよく、ガラス基板、プラスチック基板、金属基板などを用いることができる。基板 4 は透明である必要はない。

10       基板 1 の上に光吸収層 5 を形成する。光吸収層 5 は、可視光域の全域で光を吸収するもの（黒）であってもよいし、可視光域の一部の光を吸収するもの（他の色）であってもよい。光吸収層 5 の形成は、例えばカーボンブラック系黒色材料を含む黒色樹脂をスピコート法で基板 1 上に塗布することによって行う。

15       この後、光吸収層 5 の上に電極を形成する。例えば、ITO（Indium Tin Oxide）を用いて、厚さ 150 nm の膜をスパッタ法で形成する。この膜を、幅が 100  $\mu$ m（画素の幅に対応する）の複数のパターンにパターニングする。これらのパターンは互いに略平行であり、隣接するパターンの間隔は 10  $\mu$ m とする。

20       電極 3 b 上に、透明な変換層 2 を形成する。変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料として、実施形態 1 で例示したような材料を用いることができる。

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気導電性材料を含んでいてもよい。電気伝導性材料として、実施形態 1 で例示したような材料を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダー樹脂などの結合材料を加えても良い。

電極 3 a、3 b から注入された電荷は、調光層 1 および変換層 2 においてそれぞれ電荷のやり取りを行う。一方の電極から注入された電荷が、そのまま他方の電極に移動してしまう場合もあるので、調光層 1 と変換層 2 との間に、イオン交換膜などのセパレータの役割を有する層（セパレート層）を配置してもよい。セパレート層は、層内でイオンは移動できるが、電荷が移動し難い材料を用いて形成することが望ましい。そのような材料は、例えばイオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などである。セパレータ層を設けると、一方の電極から注入された電荷が他方の電極に突き抜けることが抑制される。そのため、調光層 1 および変換層 2 において、注入された電荷のうち水素イオンとのやり取りに用いられる電荷の割合が高くなるので、効率よくやり取りを行うことができる。

本実施形態では、次のようにして変換層 2 を形成する。A B 5 型 M m 水素貯蔵合金である N i 合金の超微粒子（分散中心半径 1 0 n m）と、導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、及びバインダー樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものを用いる。これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピコート法や印刷法によって塗布することにより、例えば厚さが 5 0 0 n m の変換

層 2 を形成することができる。このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行っても良い。

次いで、調光層 1 を、蒸着法、スパッタ法などによって形成する。調光層 1 は、例えば厚さ 50 nm のイットリウム膜である。

5       この後、電極 3 a とカラーフィルタ 6 とを順次形成する。電極 3 a は透明である。電極 3 a は、ITO を用いて、電極 3 b の形成方法と同様の方法で形成できる。ただし、電極 3 a のパターンは、図 4 に示すように、電極 3 b のパターンの延びる方向と略垂直方向に延びるように形成する。パターンの幅および隣接するパ  
10       ターンの間隔は、例えばそれぞれ 100  $\mu$ m および 10  $\mu$ m である。カラーフィルタ 6 は、例えば公知の材料を用いて、印刷法などの公知の方法で形成する。カラーフィルタ 6 は、図 4 に示すように、例えば電極 3 b のパターンの幅と同じ幅を有する複数のパターンを有する。このようにして、表示素子が得られる。

15       この表示素子の電極 3 a、3 b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、実施形態 1 で説明したように、変換層 2 と調光層 1 との間で水素の移動を引き起こすことができる。初期状態で、水素がドーピングされて  
20       いない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用いてもよいし、あらかじめ水素がドーピングされた調光層 1 と、水素を貯蔵していない変換層 2 とを用いてもよい。また、実施形態 1 で説明したように、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢－透明の間で可逆的に切り替えることができる。



変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3 a と電極 3 b と積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

5 変換層 2 と調光層 1 が水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

10 本実施形態では、水素のドーピング量によって調光材料の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリ性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。

20 水素の貯蔵／放出は、好ましくは、実施形態 1 で説明したように、図 4 に示す P T C 特性曲線を利用して適切に制御される。すなわち、変換層 2 および調光層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 4 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。また、変換層 2 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 におけ

る P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。

再び、図 1 7 を参照する。図 1 7 に示す表示素子における変換層 2 は透明であってもよい。これにより、金属反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うことが可能になる。透明度の高い変換層 3 は、例えば実施形態 1 で説明した方法と同様の方法で形成することができる。

調光層 1 は、金属反射状態において、入射する光をミラー反射してもよいが（図 1 9（a））、好ましくは入射する光を拡散反射する。調光層 1 が光を拡散反射すると、表示素子は白を良好に表示する。

調光層 1 が金属反射状態において光を拡散反射するためには、例えば調光層 1 の表面に微細な凸部および／または凹部が存在していてもよいし（図 1 9（b））、調光層 1 が図 1（b）に示すような調光粒子を含んでいてもよい（図 1 9（c））。

まず、表面に微細な凸部および／または凹部を有する調光層 1 について、詳しく説明する。

表面に微細な凸部および／または凹部を有する調光層 1 は、例えば以下のように形成できる。図 1 9（b）に示すように、凸部を有する基板 4 上に、電極 3 a、変換層 2、調光層 1、および電極 3 b を、この順序で積層する。調光層 1 は例えばイットリウム膜である。これにより、調光層 1 の表面に微細な凸部を形成できる。調光層 1 の表面に微細な凸部が存在していると、調光層 1 が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。一方、調光層 1 が透明

な状態にあるときには、変換層 2 によって光が吸収されるため、黒または他の色に見える。

図 1 9 (b) に示す例では、基板の表面が微細な凸部を有しているため、変換層 2 および調光層 1 の全体の平坦性が基板の凹凸を反映した形状を有している。言い換えると、調光層 1 の上面（光反射側の面）だけではなく、底面も下地の凹凸を反映した形状を有している。しかし、下地である変換層 2 は凹凸構造を有している必要性は無いため、基板表面および変換層 2 は平坦に形成した上で、調光層 1 の上面のみに微細な凹部および／または凸部を形成するようにしてもよい。

このように、イットリウム膜などの金属膜は平坦であれば光をミラー反射するが、金属膜の表面に凹凸を設けることにより、光を拡散反射する調光層 1 となる。これにより、白色の表示が可能な表示素子を提供できる。このような表示素子は、図 3 に示す構成を有するカラー表示素子に限らず、カラーフィルタ 6 を設けない白黒表示素子であってもよい。白黒表示素子に適用すれば、白表示をより良好に行うことができるので有利である。

次に、調光粒子を含む調光層 1 について詳しく説明する。

調光粒子を含む調光層 1 および変換層 2 を図 1 9 (c) に示す。図 1 9 (c) に示す調光層 1 では、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を用いて形成された調光微粒子 1 1（例えばイットリウム、ランタン）がバインダー樹脂に分散している。調光層 1 に含まれる調光微粒子 1 1 の平均粒径は例えば  $1 \mu\text{m}$  である。バインダー樹脂として、例えばガラスとほぼ同等の屈折率を有するアクリル系樹脂を用いる。また、調光層 1 は、さらに、

調光微粒子 11 と変換層 2 との間で水素イオンおよび電荷のやりとりを行うための電気導電性材料を含んでいる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことができる材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子（例えば P2）や電荷移動錯体を用いることができる。

調光粒子を含む調光層 1 は、実施形態 9 における調光層 1 と同様の構成を有し、同様の方法で形成できる。なお、調光層 1 の厚さは 1.5  $\mu\text{m}$  以上 50  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましい。

調光層 1 に調光微粒子 11 が分散していると、図 1（b）を参照して説明したように、各調光微粒子 11 が金属状態のとき、各調光微粒子 11 は調光層 1 に入射する光をランダムな方向に反射するので、調光層 1 全体としては光を拡散反射することができる。

調光層 1 が拡散反射すること他に、調光材料を粒子化することにより以下のメリットが得られる。調光材料からなる薄膜を調光層 1 として用いる場合と比べて、調光材料の表面積を大きくすることができる。従って、調光材料と水素との反応効率が向上し、より高速なスイッチングが可能になる。また、調光材料の表面積が大きくなるので、調光層 1 に含まれる調光材料の状態をより確実に制御することができる。その結果、調光層の拡散反射状態と透明状態との反射率の差を拡大できる。

調光微粒子 11 が光を反射するためには、各調光微粒子 11 は可視光波長よりも大きな粒径を持つことが望ましい。従って、調光微粒子 11 の粒径は、好ましくは 400 nm 以上である。より好ましくは 800 nm 以上である。800 nm 以上であれば、可

視光が調光微粒子 1 1 を透過することをより確実に防止できるので、調光層 1 の光の反射率を高めることができる。一方、調光粒子 m 1 の粒径は、調光層 1 の厚さよりも小さいことが好ましい。粒径が調光層 1 の厚さよりも大きいと、上述したような調光材料を粒子化するメリットが得られない。より好ましくは、調光微粒子 1 1 の粒径は  $30\ \mu\text{m}$  以下である。粒径が  $30\ \mu\text{m}$  以下であれば、調光材料と水素との反応効率を十分に高くすることができ、かつ調光層に入射する光を確実に拡散反射させることができる。さらに好ましくは、粒径は  $3\ \mu\text{m}$  以下である。調光材料の粒径が例えば  $1\ \mu\text{m}$  のとき、調光層 1 の厚さを  $3\ \mu\text{m}$  程度とすることが好ましい。

本実施形態の表示素子において、調光層 1 と変換層 2 との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子 P 1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜に加えて、電解質材料を用いて形成された層を配置しても良い。あるいは、電荷移動性をもつ高分子材料と電解質材料とを含む層を配置しても良い。電解質材料を含む層（電解質膜）を配置すると、水素イオンの移動が電解質膜を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。導電性高分子 P 1 は、導電性を付与するためのイオンがドーピングされているため、電解質膜としての機能も併せ持っている。なお、上述したように調光粒子を含む調光層 1 を用いる場合は、調光層 1 のバインダー樹脂を上記高分子膜または電解質膜として機能させることもできる。

図示する例では、変換層 2 や調光層 1 はそれぞれ 1 層であるが、変換層 2 および／または調光層 1 は必要に応じて多層構造を有していてもよい。また、2 層の変換層 2 を、調光層 1 を挟み込むように配置すると、調光層 1 の上面および下面で水素の吸放出が行なわれるため、表示素子のスイッチング速度を高くできる。

また、図 1 7 に示す表示素子は単純マトリクス構造を有しているが、画素ごとにアクティブ素子を有するアクティブマトリクス駆動の表示素子であってもよい。さらに、図 1 7 に示す表示素子は、カラーフィルタ 6 を備えたカラー表示素子であるが、白黒表示素子であってもよい。白黒表示素子は、基本的には図 1 7 に示す構成と同様の構成を有するが、カラーフィルタ 6 を有していない点で異なる。

本実施形態の表示素子は、従来の液晶表示素子と比べて、非常に明るい（輝度の高い）白を表示することができる。また、コントラスト比を大きくできる。その理由を以下に説明する。

液晶表示素子は、液晶分子の電圧印加に伴う配列変化を可視化するために偏向板を備えている。そのため、液晶素子に入射してくる光のうち、表示に用いられる光の割合は最大でも 50 % にとどまる。従って、特に白が暗くなり、表示が視認され難いという問題がある。これに対し、本実施形態の表示素子は、偏光板を設ける必要がない。そのため、調光層 1 で金属反射（または金属拡散反射）された光を、カラーフィルタ 6 を通して直接見るので、明るい白が表示できる。一方、調光層 1 が光透過状態のとき、光吸収層 5 の色を直接見ることになるので、非常に高品位の黒表が得られる。その結果、表示のコントラスト比を大きくできる。

本実施形態の表示素子はメモリ性を有するので、いったん書き込んだ情報は電源を切っても保持される。そのため、書き換えの必要なときのみ電圧を印加すればよいので、消費電力を低減できる。

5       さらに、本実施形態の表示素子は、基板上に各層を順次積層するだけで製造できる。従って、液晶表示素子のように、2枚の基板を貼り合わせ、それらの間に液晶材料を注入する工程がないので、製造プロセスが簡易である。また、本実施形態の表示素子は液晶層を有していないので、液晶表示素子よりも薄く、かつ軽く  
10       できる。

本実施形態の表示素子は、各種表示装置に適用できる。例えば、本実施形態の表示素子は高いメモリ性を有するので、電子ペーパーや電子ブックなどに適用することもできる。

(実施形態19)

15       以下、図20を参照しながら、本発明による表示素子の第19の実施形態を説明する。図20に示すように、本実施形態の表示素子は、変換層2が光吸収層としての機能を有しており、そのため基板4と電極3bとの間に光吸収層を有していない点が、上記の実施形態18の表示素子と異なる。

20       本実施形態の表示素子は、可視光を吸収する変換層2を備えている。このような変換層2は、例えば、黒色のCNTから形成することができる。なお、変換層2が着色している場合、あるいは、変換層2が透明であっても、その中に顔料や着色樹脂が混入されている場合は、金属拡散反射状態と着色状態との間でのスイッチングが可能になる。  
25

光吸収性を有する変換層 2 は、水素貯蔵材料として機能するカリウム－黒鉛層間化合物および導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）を、バインダー樹脂として機能するアクリル系樹脂と混合したもの（ブレンド樹脂）から形成することもできる。ブレンド樹脂は溶液化できたため、変換層 2 は、スピ  
5      ンコートによって形成され得る。変換層 2 の厚さは、例えば 5 0 0 n m 程度に設定され得る。なお、変換層 2 が光を十分に吸収できない場合には、変換層 2 にさらに黒色樹脂を加えてもよい。

調光層 1 は、例えば実施形態 1 8 で用いた調光層 1 と同様である。すなわち厚さが 5 0 n m 程度のイットリウム膜であってもよいし、イットリウム粒子などの調光材料の粒子を有する膜であってもよい。また、表面に微小な凹部および／または凸部を有して  
10      いてもよい。

調光層 1 と変換層 2 との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子 P 1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜に加えて、  
15      電解質材料を用いて形成された層を配置しても良い。あるいは、電荷移動性をもつ高分子材料と電解質材料とを含む層を配置しても良い。電解質材料を含む層（電解質膜）を配置すると、電解質  
20      膜を介して水素イオンが移動するので、特性を向上させることも可能である。導電性高分子 P 1 は、導電性を付与するためのイオンがドーピングされているため、電解質膜としての機能も併せ持っている。なお、調光材料の粒子を含む調光層 1 の場合には、バ  
25      インダー樹脂を上記高分子膜または電解質膜として機能させることもできる。



電極 3 a は、実施形態 1 8 と同様に透明な電極であるが、電極 3 b および基板 4 は透明である必要はない。

本実施形態の表示素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、図 2 1 (a) ~ (c) に示すように、表示素子の光入射面側が金属（  
5 拡散）反射状態から黒（光吸収）状態に変化する。

調光層 1 が調光材料の膜である場合には、図 2 1 (a) に示すように、初期状態で金属反射を示していた表示素子の光入射面側が、電圧の印加により、徐々に黒（光吸収）状態に変化してゆく。  
10 これは、調光層 1 が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるためである。

調光層 1 は、図 2 1 (a) および (b) に示すように、金属反射状態において、光を拡散反射することが好ましい。図 2 1 (b) に示すように、調光層 1 の表面に微小な凸部があれば、初期状態  
15 で金属拡散反射を示していた表示素子の光入射面側が、電圧の印加により、徐々に黒（光吸収）状態に変化してゆく。また、図 2 1 (c) に示すように、調光層 1 が調光材料の粒子（調光微粒子）を含む場合には、初期状態で金属拡散反射を示していた表示素子の光入射面側が、電圧の印加により、徐々に黒（光吸収）状態  
20 に変化してゆく。これは、調光層 1 に含まれる調光微粒子が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるようになるためである。

図 2 1 (a) ~ (c) の何れの場合でも、電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショート  
25 させ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を

印加すると、表示素子の光入射側面が金属（拡散）光沢を示すように変化する。

なお、図 2 1（b）および（c）に示すような、金属反射状態において光を拡散反射する調光層 1 を含む表示素子は、明るく良好な白が表示できる。このような表示素子は白黒表示素子であってもよい。図 2 2 は、本実施形態の白黒表示素子を示す断面図である。図 2 2 に示すように、白黒表示素子は、基本的な構成は図 7 に示す構成と同様であるが、カラーフィルタ 6 を有していない点で異なる。

本実施形態によれば、光吸収層を別個に設ける必要がないので、製造プロセスをさらに簡易にできる。また、前述の実施形態 1 8 では、表示素子に入射する光は、光吸収状態において、調光層 1、変換層 2 および電極 3 b を通過して光吸収層 5 に吸収される。これに対し、本実施形態では、表示素子に入射する光は、光吸収状態において、調光層 1 のみを通過して変換層 2 に吸収されるので、層の界面などで生じる反射光も低減され、黒表示の品位を向上できる。そのため、表示のコントラスト比が高くなる。

#### （実施形態 2 0）

次に、図 2 3 を参照しながら、本発明による表示素子の第 2 0 の実施形態を説明する。本実施形態の表示素子は、実施形態 1 8 の表示素子と同様の構成を有するが、以下の点で異なっている。実施形態 1 8 では、電極 3 a 上にカラーフィルタ 6 を有しているが、本実施形態では、変換層 2 がカラーフィルタの機能を有しており、カラーフィルタを電極 3 a 上に設ける必要がない。

図 2 3 に示す構成では、基板 4 に近い側に調光層 1 が設けられ、その上に変換層 2 が形成されているが、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。また、基板 4 がガラス基板などの透明な基板であれば、光吸収層 5 を基板 4 の背面に設けてもよい。

カラーフィルタとして機能できる変換層 2 は、例えば以下のように形成される。実施形態 1 8 の透明な変換層 1 に用いた材料と同じ材料に、RGB のそれぞれの着色顔料を混入することにより、RGB のそれぞれの分散溶液を用意する。これらの分散溶液を、インクジェット法により、調光層 1 上に画素のパターンに対応するように塗布する。これにより、変換層 2 が形成される。塗布方法は、インクジェット法の他に、スクリーン印刷法やロール印刷法などの公知の他の印刷方法であってもよい。

本実施形態の表示素子は、実施形態 1 8 と同様の表示特性を有する。本実施形態によれば、カラーフィルタを別個に設ける必要がないので、製造プロセスを簡易にできる。

#### (実施形態 2 1)

次に、図 2 4 を参照しながら、本発明による表示素子の第 2 1 の実施形態を説明する。本実施形態の表示素子における調光層 1 は、以下に説明するように、前述の実施形態 1 8 ～ 2 0 の表示素子における調光層 1 と異なっている。そのほかの構成は、実施形態 1 8 と同様である。本実施形態の表示素子は、図 1 7 に示す表示素子のように光吸収層 5 を設けたり、図 2 0 に示す表示素子のように光吸収性を有する変換層 2 を用いたりすることなく、金属拡散反射（白色）状態と光吸収（黒または着色）状態の間でスイッ

チングを行うことが可能である。

図 2 5 は、本実施形態の表示素子における調光層 1 および変換層 2 を示す断面図である。図 2 5 に示すように、調光層 1 は、図 1 (c) の調光層 1 に含まれる調光微粒子と同様の調光微粒子 (イットリウム微粒子など) 1 1 を含んでいる。調光微粒子 1 1 は、例えばカーボン系の黒色粒子などの着色粒子 1 0 に吸着している。調光微粒子 1 1 を着色粒子 1 0 の表面に確実に吸着させるために、調光粒子 1 1 の粒径が着色粒子 1 0 の粒径よりも小さいことが好ましい。

このような調光層 1 は、例えば以下のようにして形成できる。バインダー樹脂の溶液中で、粒径  $5 \mu\text{m}$  の黒色粒子と、それより小さい粒径 (例えば  $1 \mu\text{m}$ ) を有する調光微粒子とを混合することにより、黒色粒子の表面を覆うように調光微粒子を吸着させる。得られた溶液に導電性高分子材料 P 2 をさらにブレンドした後、スピンコート法により電極 3 b の上に塗布する。得られた調光層 1 の厚さは、例えば  $10 \mu\text{m}$  である。黒色粒子が分散されているため、調光層 1 の厚さは他の実施形態の調光層 1 の厚さよりも大きい。しかし、カーボン系黒色微粒子および調光微粒子は何れも高い導電性を示すので、調光層 1 全体は十分な導電性を有する。

本実施形態の表示素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、図 2 5 に示すように、初期状態で金属拡散反射を示していた表示素子の光入射面側が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、黒色粒子に吸着している調光微粒子が透明になるに連れて、黒色粒子が視

認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、表示素子の光入射側面が金属拡散光沢を示すように変化する。

5       本実施形態では、変換層 2 は透明であったり、黒色であったりする必要はないので、変換層 2 に用いる材料の選択の余地が大きい。また、電極 3 b は透明である必要はないので、金属電極であってもよい。

10       本実施形態の表示素子は、実施形態 1 8 の表示素子と同様の表示特性を有する。

15       本実施形態の表示素子によれば、調光層 1 に含まれる調光微粒子が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。一方、調光微粒子が透明な状態にあるときには、黒色粒子などの着色粒子によって光が吸収されるため、調光層 1 の表面は黒または他の色に見える。このように、調光層 1 自体が、金属拡散状態と光吸収（着色）状態との間を遷移する。従って、本実施形態では、光吸収層などの光吸収性を有する層を別個に設ける必要がないので、製造プロセスを簡易にできる。

20       （実施形態 2 2）

図 2 6 を参照しながら、本発明による表示素子の第 2 2 の実施形態を説明する。

25       本実施形態の表示素子は、実施形態 2 1 と同様の構成を有するが、図 2 6 に示すように、変換層 2 がカラーフィルタの機能を有する点が異なる。

調光層 1 は、実施形態 2 1 における調光層 1 と同様である。すなわち、調光微粒子を含んでおり、調光微粒子は黒色粒子に吸着している。調光層 1 は、実施形態 2 1 における調光層 1 の形成方法と同様の方法で形成できる。

- 5      カラーフィルタの機能を有する変換層 2 は、例えば実施形態 2 0 における変換層 2 と同様である。変換層 2 は、調光層 1 の上に、実施形態 2 0 における変換層 2 の形成方法と同様の方法で形成できる。

- 10      本実施形態によれば、調光層 1 が光吸収性を有するので、光吸収層などの光吸収性を有する層を別個に設ける必要がなく、また、変換層 2 がカラーフィルタとしても機能するので、カラーフィルタを別個に設ける必要がないので、製造プロセスを大幅に簡易化できる。さらに、実施形態 1 8 の表示素子と比べて、入射光や反射光が通過する層の数が低減されるので、白状態における光の  
15      吸収や黒状態における光の反射が低減され、その結果、表示のコントラスト比が向上する。

（実施形態 2 3）

図 2 7 を参照しながら、本発明による表示素子の第 2 3 の実施形態を説明する。

- 20      本実施形態の表示素子は、実施形態 2 1 と同様の構成を有するが、図 2 7 に示すように、基板 4 の背面にバックライト 8 を設置している点が異なる。本実施形態の表示素子は、バックライト 8 を ON/OFF することにより、透過型表示素子と反射型表示素子との切り替えを行うことができる。

変換層 2 は透明であり、例えば実施形態 18 における変換層 2 と同様である。変換層 2 は、電極 3 b の上に、実施形態 18 における変換層 2 の形成方法と同様の方法で形成できる。

5 本実施形態の表示素子における調光層 1 は、実施形態 21 における調光層 1 と同様である。すなわち、調光微粒子を含んでおり、調光微粒子は黒色粒子に吸着している。調光層 1 は、変換層 2 の上に、実施形態 21 における調光層 1 の形成方法と同様の方法で形成できる。

10 基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示するものに限定されず、基板 4 に近い側に調光層 1 を配置し、その上に変換層 2 を形成してもよい。この場合は、変換層 2 がカラーフィルタの機能を有することもできる。そのような変換層 2 は、例えば実施形態 5 における変換層 2 と同様である。このような構成にすると、カラーフィルタ 6 を無くすることができるので有利である。

15 本実施形態では、電極 3 a、3 b および基板 4 は透明である。例えば、電極 3 a、3 b は ITO 電極であり、基板 4 はガラス基板である。

20 バックライト 8 は、液晶表示装置などに用いられる公知のバックライトであってよい。

本実施形態の表示素子は、外光があるときは反射型表示素子として用いることができる。すなわち、基板 4 の上方から十分な光が入射してくるときは、実施形態 4 と同様に反射光による表示を行うことができる。一方、外光が少なく、反射型表示素子として用いることが困難なときは、バックライト 8 を点灯することによ

り、透過型表示素子として用いることができる。バックライト 8 から調光層 1 に入射する光は、画素の調光層 1 が光吸収（黒）状態であれば、調光層 1 に吸収されるので、その画素は黒を表示する。画素の調光層 1 が金属拡散反射状態に変化すると、バックラ  
5 イト 8 から調光層 1 に入射する光は調光層 1 の調光微粒子によって散乱される。散乱された光は、基板 4 の上方から取り出すことができる。そのため、その画素は白を表示する。

このように、本実施形態によれば、外光の環境に応じて、透過型、反射型の何れの表示素子としても用いることができるので、  
10 マルチシーンで視認性のよい表示素子を実現できる。

#### （実施形態 2 4）

図 2 8（a）および（b）を参照しながら、本発明による表示素子の第 2 4 の実施形態を説明する。本実施形態の表示素子は、実施形態 2 3 と同様の構成を有するが、以下の点が異なる。実施  
15 形態 2 3 では、調光層 1 として、着色粒子に吸着した調光粒子を含む膜を用いているが、本実施形態では、調光材料の膜を調光層 1 として用いている。本実施形態の表示素子は、バックライト 8 を ON/OFF することにより、透過型表示素子⇔反射型表示素子の切り替えを行うことができる。

20 図 2 8（a）および（b）に示す表示素子における調光層 1 は、金属反射状態において光をミラー反射するものであればよい。例えば図 1（a）に示すようなイットリウム膜などの金属膜である。この金属膜は典型的には略平坦である。

本実施形態の表示素子は、外光があるときは、図 2 8（a）に  
25 示すように、反射型表示素子として用いることができる。すなわ



ち、基板 4 の上方から十分な光が入射してくるときは、実施形態 2 3 と同様に反射光による表示を行うことができる。画素の調光層 1 が光を透過する状態であれば、入射光は調光層 1 や他の層を通過して、透明な基板 4 の背面にある消灯中のバックライト 8 に吸収されるので、その画素は黒を表示する。画素の調光層 1 が光を反射する状態であれば、入射光は調光層 1 で反射されるので、その画素は白を表示する。一方、外光が少なく、反射型表示素子として用いることが困難なときは、バックライト 8 を点灯することにより、図 2 8 (b) に示すような透過型表示素子として用いることができる。バックライト 8 から調光層 1 に入射する光は、画素の調光層 1 がミラー反射状態であれば、調光層 1 で反射されて、バックライト 8 に戻される。そのため、その画素は黒を表示する。画素の調光層 1 が光を透過する状態に変化すると、バックライト 8 から調光層 1 に入射する光を、そのまま基板 4 の上方から取り出すことができる。そのため、その画素の表示は白になる。

本実施形態では、上記のように、表示しようとする画素および非表示の画素のそれぞれの調光層 1 の状態は、反射型表示素子として用いる場合と透過型表示素子として用いる場合と異なる。従って、反射型表示素子および透過型表示素子の切り替えに伴って、各画素の調光層 1 の状態を反転させることが好ましい。

なお、基板に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示する例と逆転していてもよい。

このように、本実施形態によれば、外光の環境に応じて、透過型、反射型の何れの表示素子としても用いることができるので、マルチシーンで視認性のよい表示素子を実現できる。

(実施形態 25)

5 図 29 を参照しながら、本発明による表示素子の第 25 の実施形態を説明する。本実施形態の表示素子が他の実施形態の表示素子と異なる点は、図 25 に示すように、調光層 1 それ自体が電極の一方を兼ねている点である。

10 調光層 1 がイットリウム膜などの金属膜である場合、調光層 1 は電極として機能し得る。また、調光層 1 が調光材料の粒子（調光微粒子）を含む膜であっても、調光層 1 のバインダー樹脂が導電性材料を含んでいれば、調光層 1 を電極として用いることができる。調光層 1 を変換層 2 の基板 4 側に配置すると、調光層 1 を電極 3 b として機能させることができる。また、図 13 に示すように、調光層 1 を変換層 2 の上に配置すると、調光層 1 を電極 3 a として機能させることができる。

20 調光層 1 を電極として機能させるためには、調光材料から形成された膜をパターニングする必要がある。調光材料として、実施形態 1 で用いた調光材料と同様の材料を用いることができる。本実施形態では、調光層 1 は以下のように形成する。まず、変換層 2 の上に、スパッタ法などにより金属膜を形成する。この金属膜を、マスク蒸着によるパターニング、ウェット・ドライパターニングプロセスなどによりパターニングする。これにより、調光層 1 が得られる。調光層 1 は、電極として機能するために十分な導電性を有する。

代わりに、調光微粒子を含む調光層 1 を形成してもよい。この場合は、バインダー樹脂、調光微粒子、導電性材料などの必要な材料を含む溶液を用意し、この溶液を公知の印刷法を用いて変換層 2 の上に塗布することによって、パターンニングされた調光層 1 を形成できる。

本実施形態では、変換層 2 は、実施形態 19 における変換層 2 と同様の光吸収性を有する変換層 2 を用いている。代わりに、実施形態 18 に置ける変換層 2 と同様の透明な変換層 2 を用いてもよい。その場合は、調光層 1 と基板 4 との間のどこかに光吸収層 5 を配置するとよい。

本実施形態の表示素子は、図 29 に示す構成の表示素子に限らない。この他に、前述した他の実施形態における表示素子に対し、調光層 1 を電極の一方として機能させてもよい。例えば、図 27 に示す透過型表示素子において、電極 3a を設けずに、調光層 1 を電極として機能させることができる（図 30）。

本実施形態によれば、調光層 1 が電極を兼ねることにより、表示素子の製造工程数を低減することができる。

### 産業上の利用可能性

本発明の調光素子によれば、電気または光の刺激を外部から与えることによって調光を行うことができるために、雰囲気ガス中に含まれる水素などの特定元素の濃度や圧力を制御する必要が無い。このため、簡単な構成で安価な調光ガラスなどを提供できる。

また、本発明によれば、金属光沢状態と透明状態との遷移が可能な材料を粒子として含む調光層を備えることにより、調光層の光学的特性をより高速にスイッチングすることができ、かつ、より広い用途に適用が可能な調光素子を提供することができる。

5      本発明の調光素子は、光を拡散反射する状態と光を透過または吸収する状態とを遷移することができ、また高いメモリ性を有するので、各種表示装置に適用すると特に有利である。

さらに、本発明によれば、金属反射状態と透過状態との間で遷移が可能な材料を用いて表示素子を提供することができる。本発  
10      明の表示素子は、液晶表示素子のように偏光板を有していないので、高明度で高コントラスト比の表示が可能である。

本発明の表示素子は、アクティブマトリクス駆動または単純マトリクス駆動の各種表示装置（フルカラー、白黒表示装置を含む）に適用できる。また、本発明の表示素子は、反射型、透過型、  
15      および投射型の何れの表示装置にも適用できる。特に、本発明の表示素子を用いると、反射型表示装置としても透過型表示装置としても機能できる表示装置を構成することができるので有利である。また、本発明の表示素子は高いメモリ性を有するので、電子ブックや電子ペーパーに適用することもできる。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に  
応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であって

5

、

前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する  
第1材料を含んでおり、

前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前  
記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸  
収する調光素子。

10

2. 前記元素は水素であり、前記第1材料は、水素濃度に応  
じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る請求項1に記載  
の調光素子。

15

3. 前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記第1層は光を  
拡散反射する請求項2に記載の調光素子。

4. 前記第1材料は粒子である請求項3に記載の調光素子。

20

5. 前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記第1  
層の厚さ以下である、請求項4に記載の調光素子。

6. 前記第1層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着している、請求項4または5のいずれかに記載の調光素子。

5 7. 前記第2層は、水素貯蔵材料を含んでいる請求項2から6のいずれかに記載の調光素子。

10 8. 前記第1層および前記第2層の各々の水素平衡圧－組成等温線（P T C特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項7に記載の調光素子。

15 9. 前記P T C特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第1層および前記第2層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項8に記載の調光素子。

20 10. 前記第2層におけるP T C特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第1層におけるP T C特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項9に記載の調光素子。

11. 前記第2材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項1から10のいずれかに記載の調光素子。

1 2. 前記第 2 材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の調光素子。

5 1 3. 前記第 2 層は、光触媒性を有する材料を含んでいる請求項 1 2 に記載の調光素子。

1 4. 前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている請求項 1 から 1 3 のい  
10 ずれかに記載の調光素子。

1 5. 前記第 1 および第 2 層は、前記一対の導電層の間に位置している請求項 1 4 に記載の調光素子。

15

1 6. 前記第 1 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 1 4 または 1 5 に記載の調光素子。

1 7. 前記第 2 層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 1 4 または 1 5 に記載の調光素子。  
20

1 8. 前記第 2 層は、光透過性を要している請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載の調光素子。

19. 前記第1層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有しており、前記第1層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、

5 前記第1層を透過した光を吸収する光吸収層を更に備えている、請求項18に記載の調光素子。

20. 前記第2層は、可視光吸収性を要している請求項1から17のいずれかに記載の調光素子。

10 21. 前記第1層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有しており、前記第1層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、

前記第2層は、前記第1層の光入射面とは反対側に配置されている請求項20に記載の調光素子。

15

22. 前記第1層および第2層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項1から21のいずれかに記載の調光素子。

20 23. 外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、

前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である、調光素子。



24. 前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項23に記載の調光素子。

5 25. 前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する、請求項24に記載の調光素子。

10 26. 前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である、請求項23から25のいずれかに記載の調光素子。

27. 前記調光層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着している、請求項23から26のいずれかに記載の調光素子。

15 28. 前記特定元素は水素である、請求項23から27のいずれかに記載の調光素子。

20 29. 外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、

特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料と、

前記特定元素を含有し得る第2材料であって、前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する第2材料とを含んでおり、

25 前記第1材料は粒子である、調光素子。

30. 複数の画素を含む表示素子であって、前記複数の画素のそれぞれは、

特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含む第1層と、

5 前記特定元素を含有し得る第2材料を含む第2層であって、前記第2材料は電圧を印加されると前記特定元素を放出または吸収する第2層と、

前記第2層に前記電圧を印加するための一対の電極を備え、

10 前記電圧に応答して前記第1層の光反射率が変化する、表示素子。

31. 前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項30に記載の表示素子。

15

32. 前記第1材料が光反射状態のとき、前記第1層は光を拡散反射する、請求項31に記載の表示素子。

20 33. 前記第1材料が粒子である、請求項32に記載の表示素子。

34. 前記第1層の上面または下面の少なくとも一方は凹凸を有している、請求項32または33に記載の表示素子。

35. 前記第1層は着色粒子をさらに含んでおり、前記第1材料は前記着色粒子に吸着している、請求項33に記載の表示素子。

5 36. 前記第1層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第2層は、光透過性を要しており、

前記第1層および前記第2層を透過した光を吸収する光吸収層を更に備えている、請求項32から34のいずれかに記載の表示素子。

10

37. 前記第1層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記第2層は可視光吸収性を有しており、

前記第2層は、前記第1層の光入射面とは反対側に配置されている請求項32から34のいずれかに記載の表示素子。

15

38. 前記第2層は、前記第1層の光入射側に配置され、カラーフィルタとして機能する、請求項30から36のいずれかに記載の表示素子。

20

39. 前記特定元素は水素であり、前記第2層は、水素貯蔵材料を含んでいる、請求項30から38のいずれかに記載の表示素子。

40. 前記第2材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項30から39のいずれかに記載の表示素子。

5        41. 前記第1層は導電性を有しており、前記一对の電極の一方として機能する請求項30から40のいずれかに記載の表示素子。

10       42. 反射型表示素子である、請求項30から41のいずれかに記載の表示素子。

43. バックライトをさらに有する、請求項35に記載の表示素子。

15       44. 前記第1層は、光をミラー反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、バックライトをさらに有する、請求項30から33に記載の表示素子。

図 1

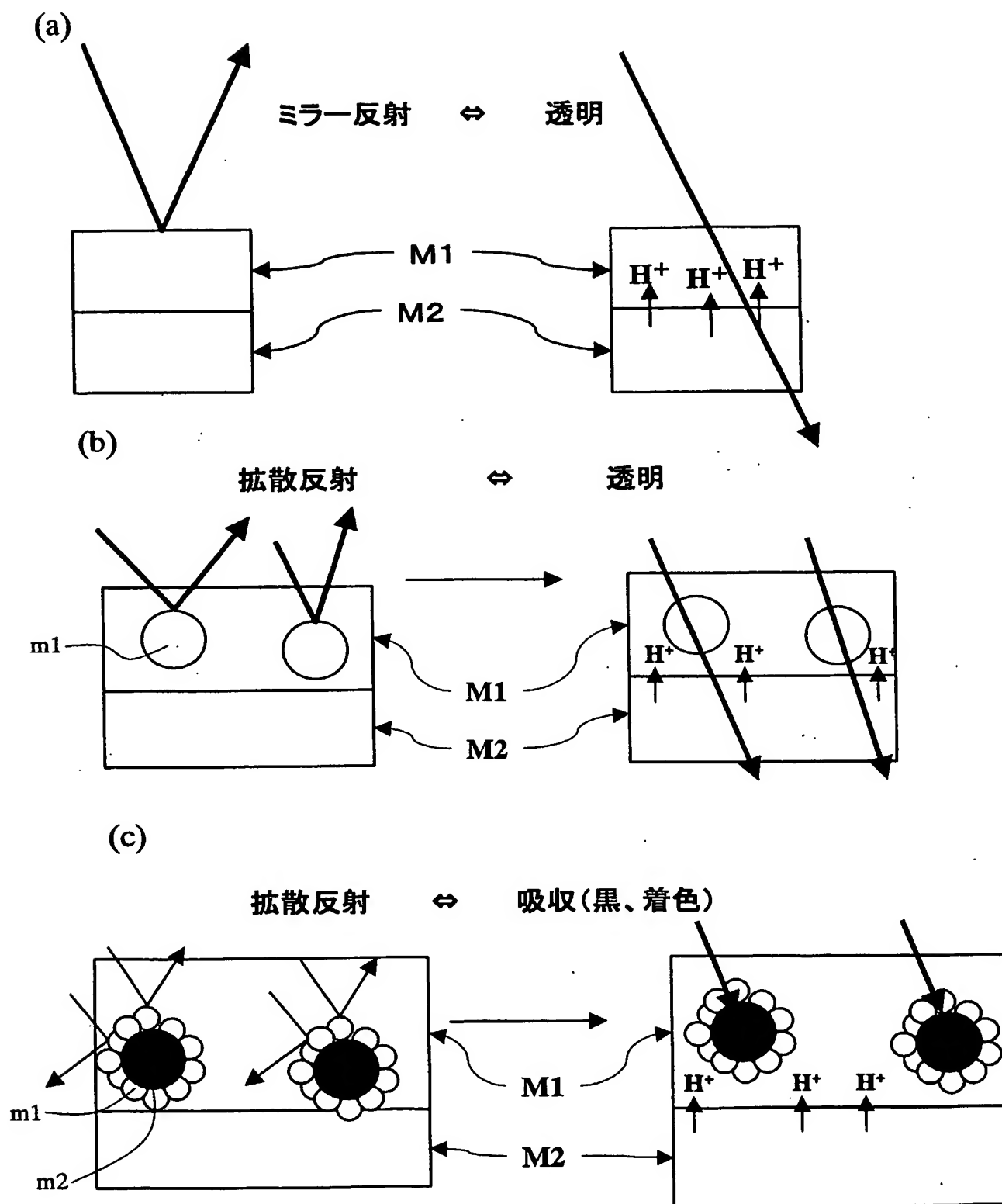


图2

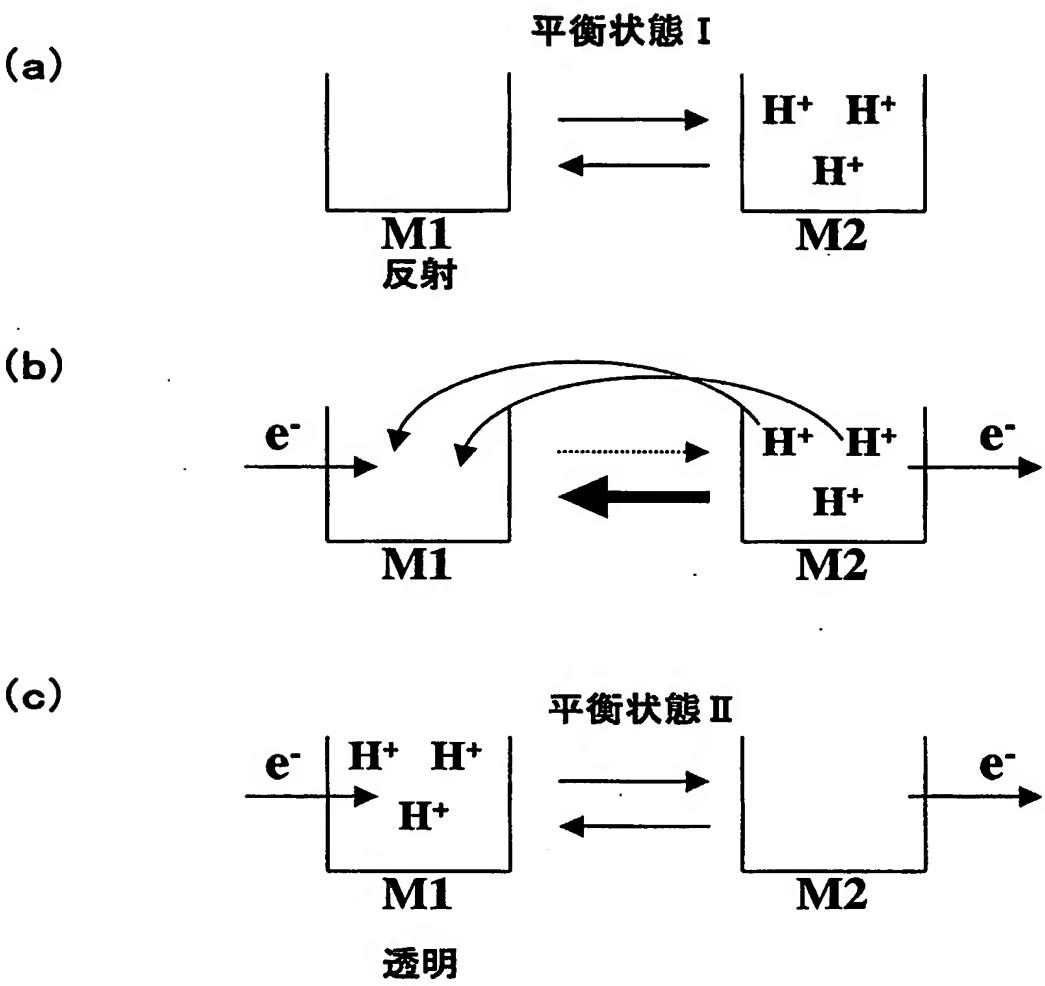


图3

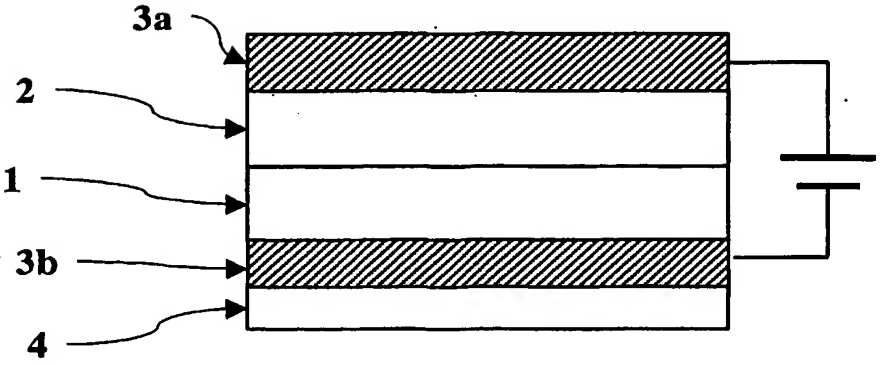


図4

本発明におけるPTC特性曲線の望ましい形状

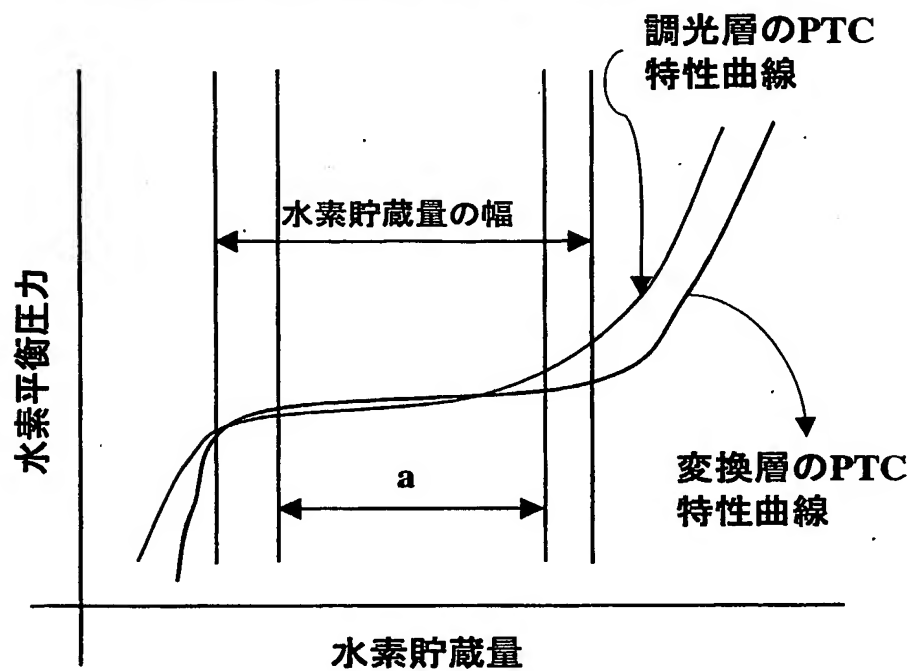


図5

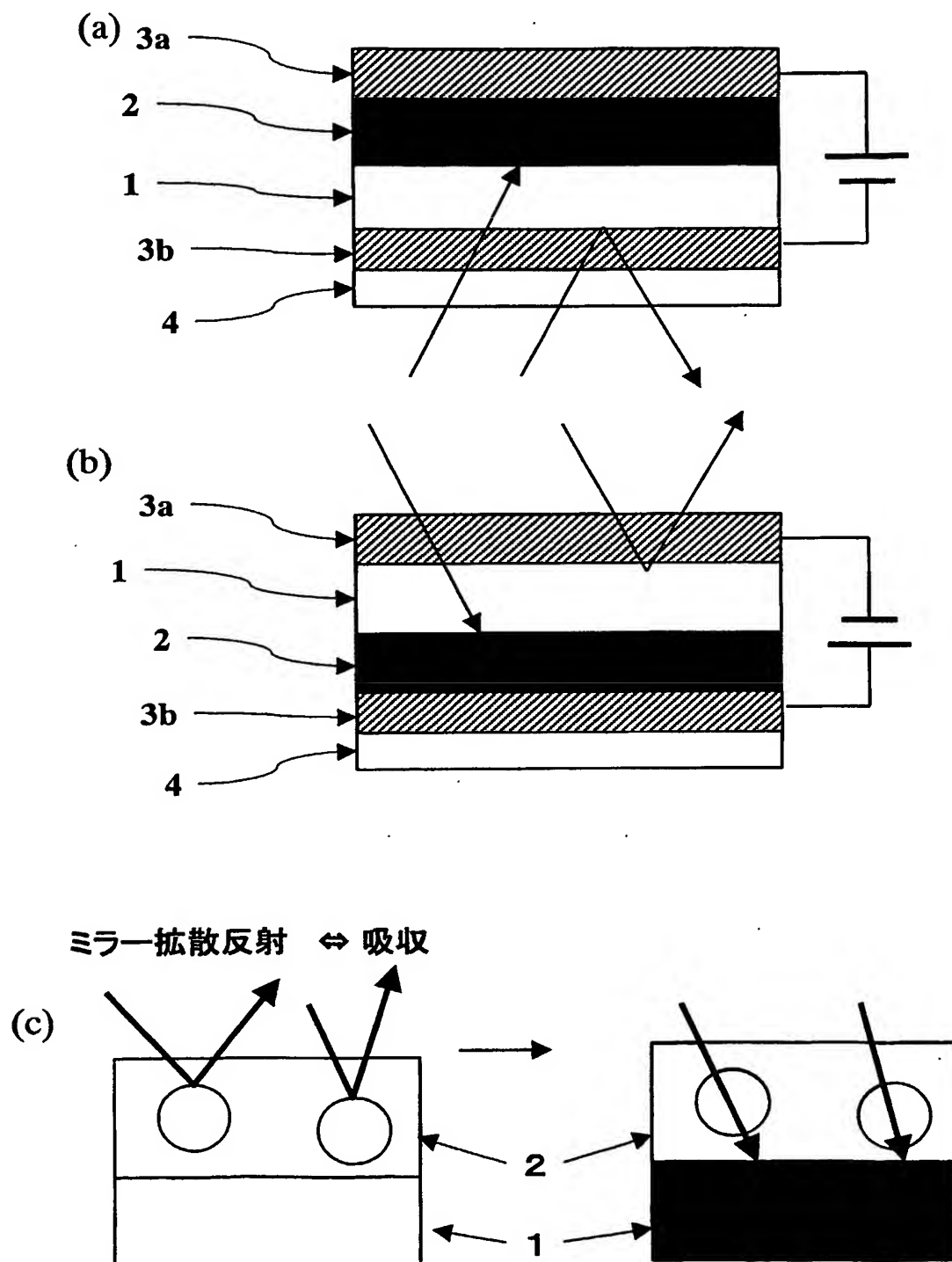
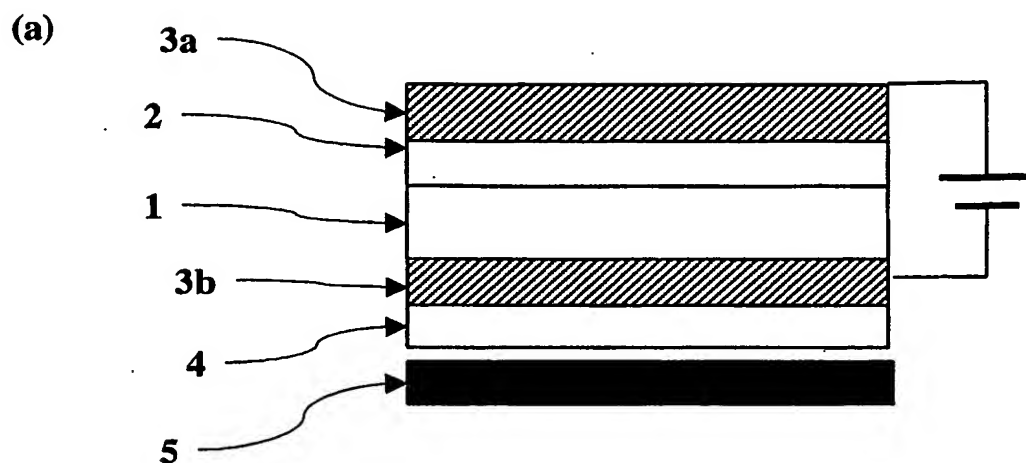




図6



(b) ミラー拡散反射  $\Leftrightarrow$  吸収

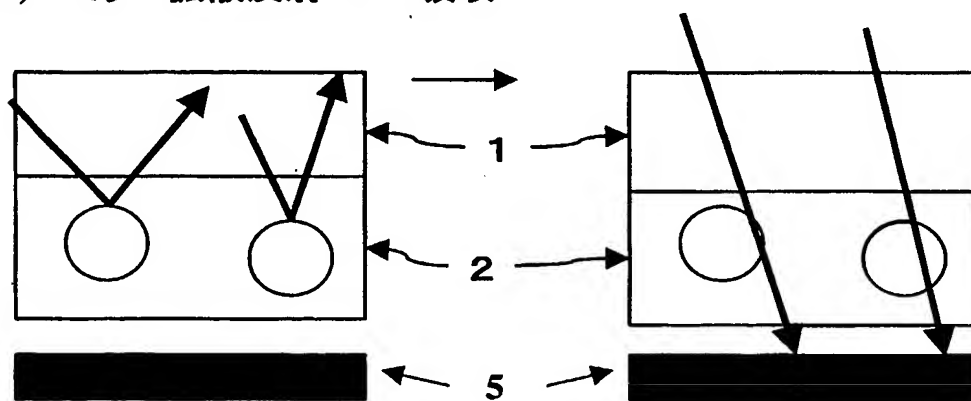


図7

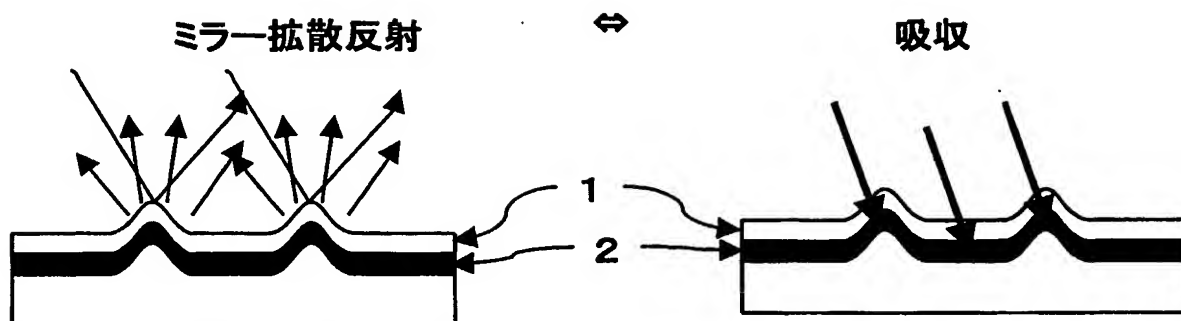


図8

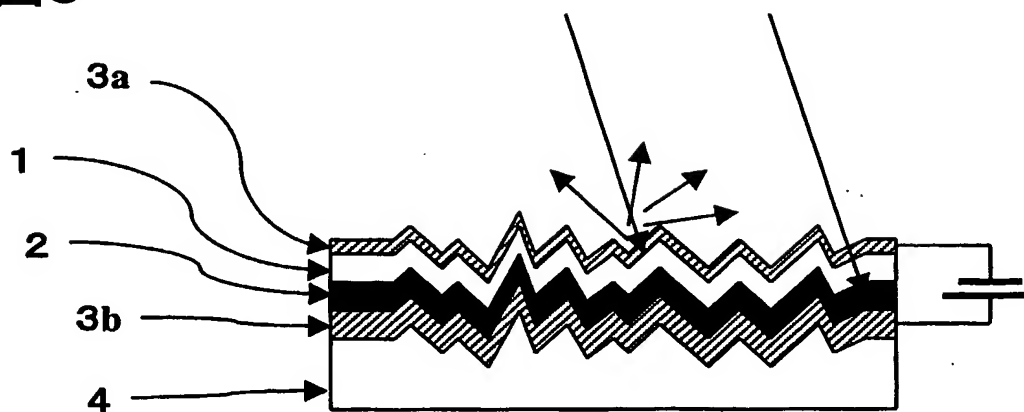


図9

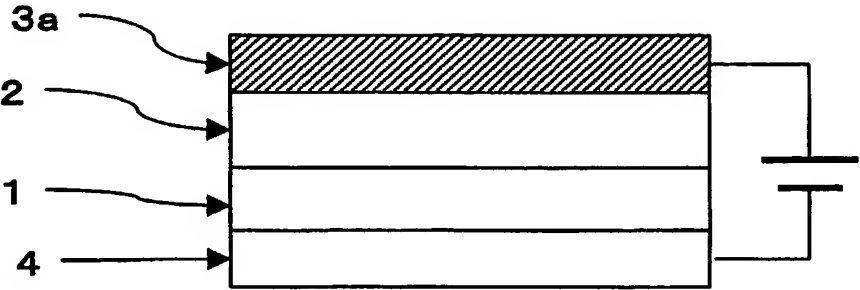


図10

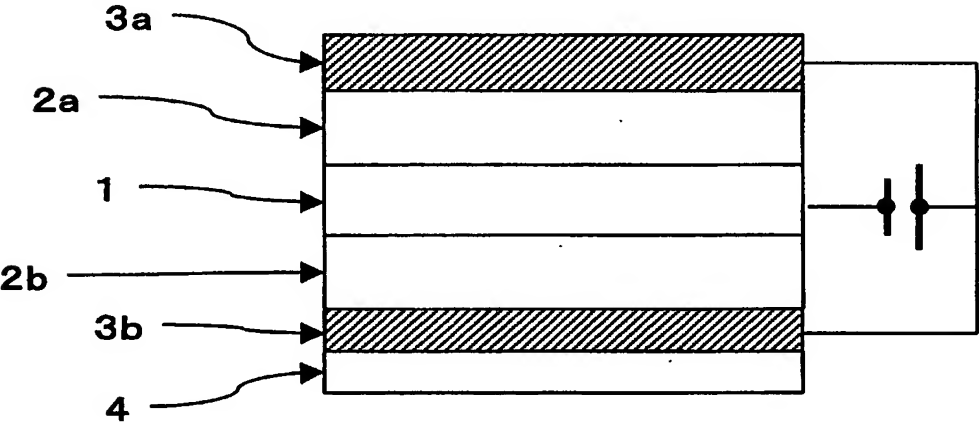


図11

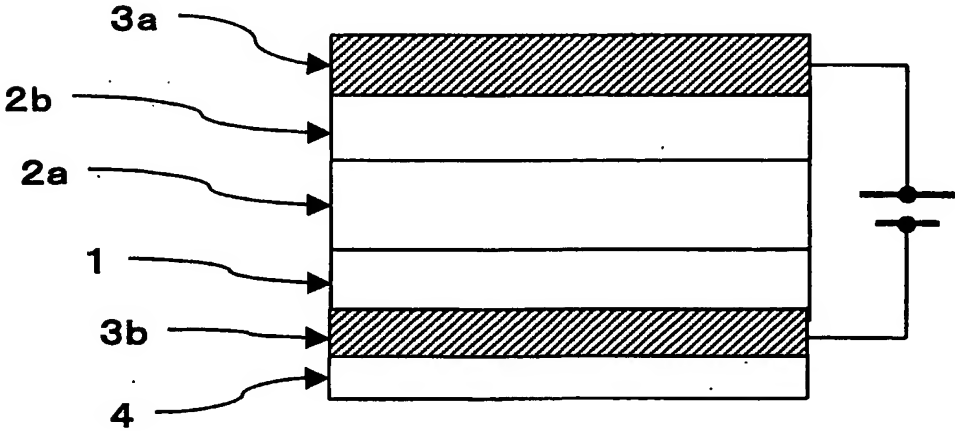


図12

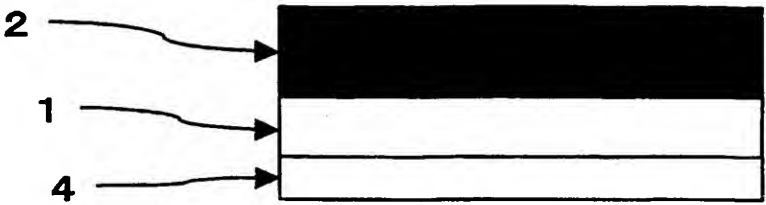
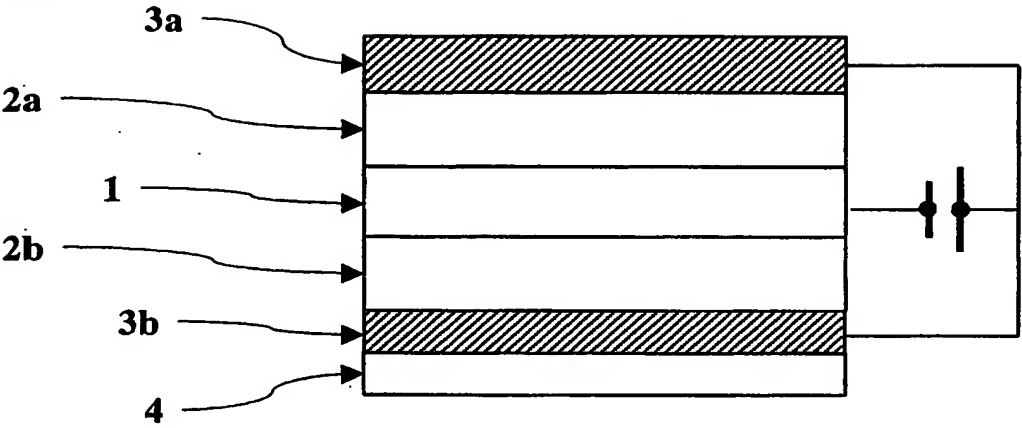


図13

(a)



(b)

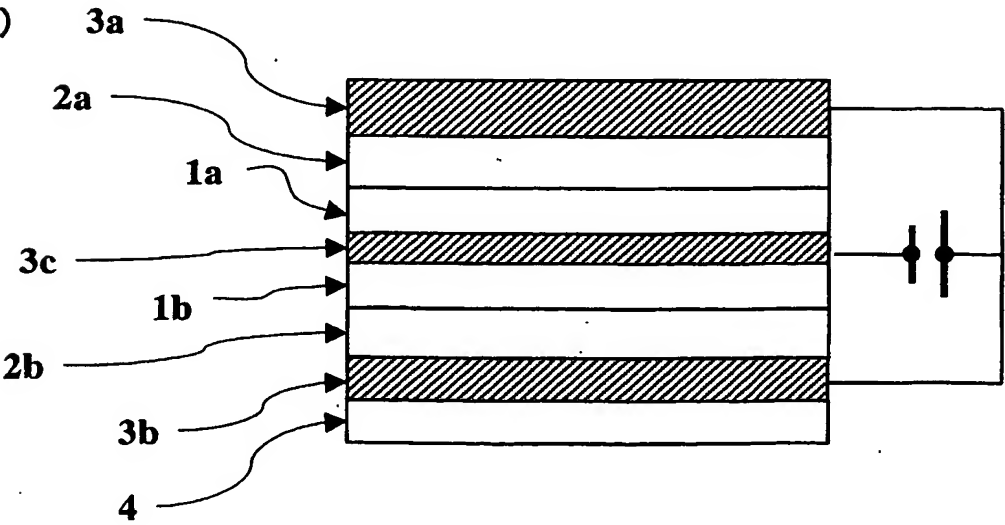


図14

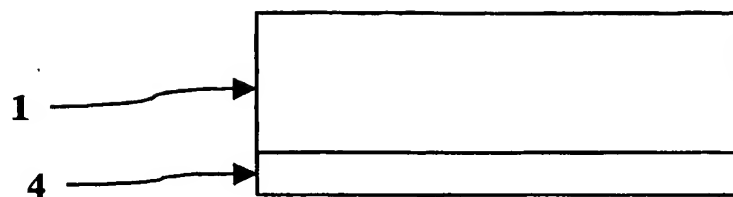


図15

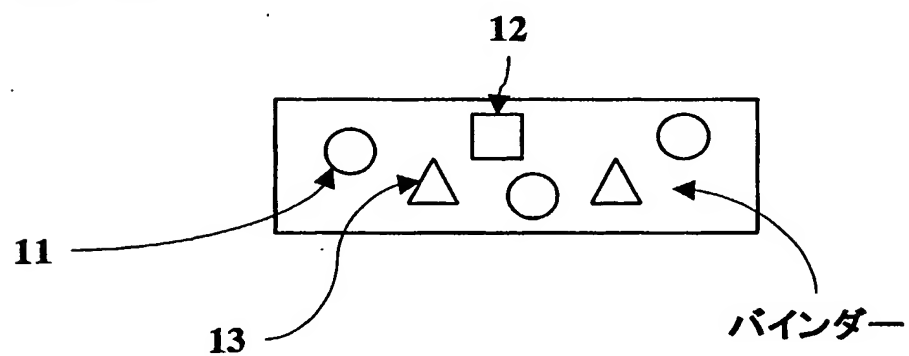


図16

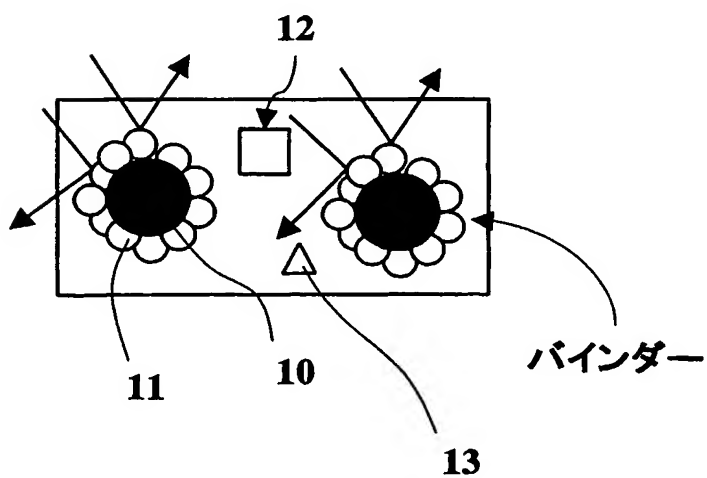


図17

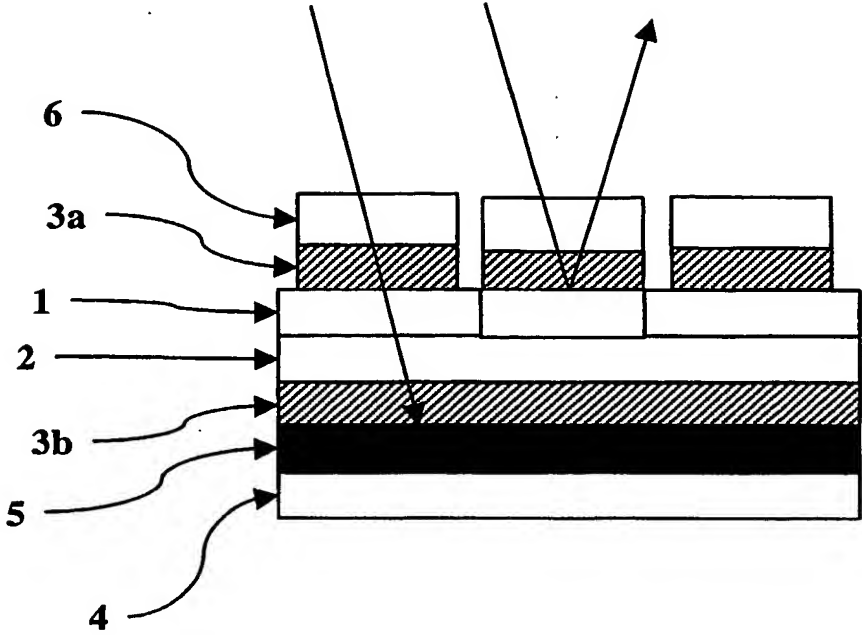


図18

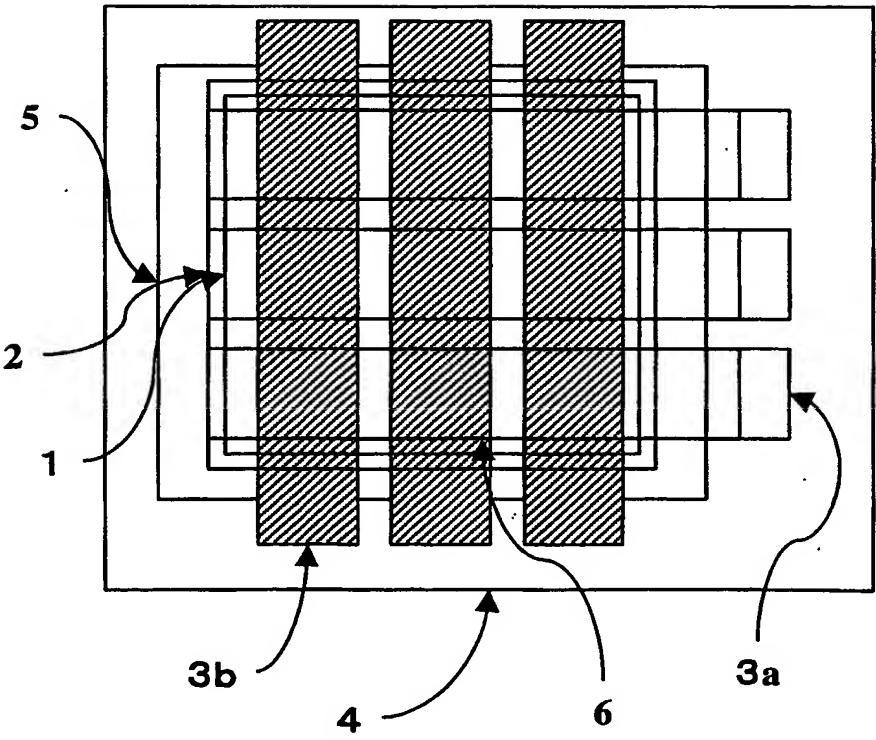


図19

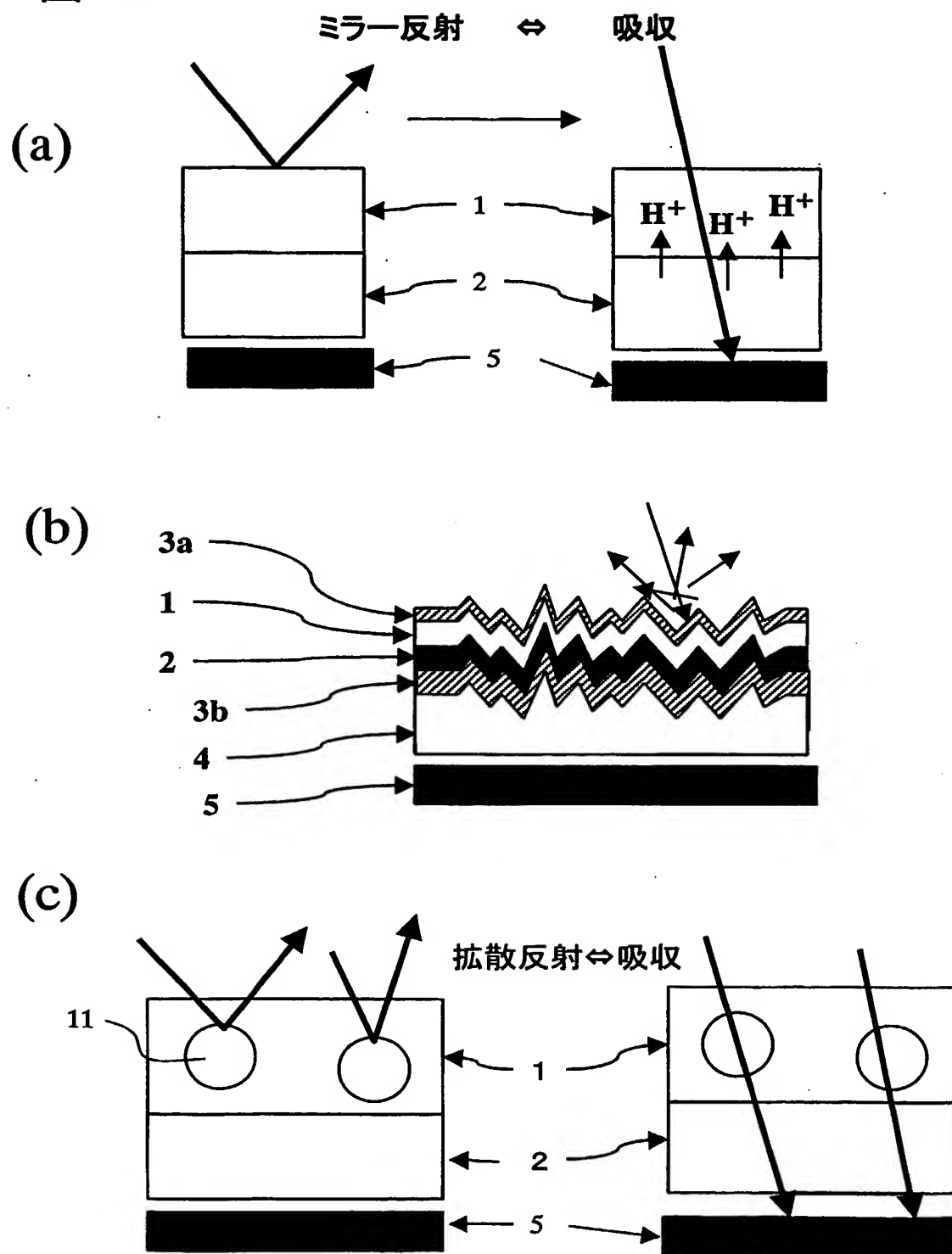


図20

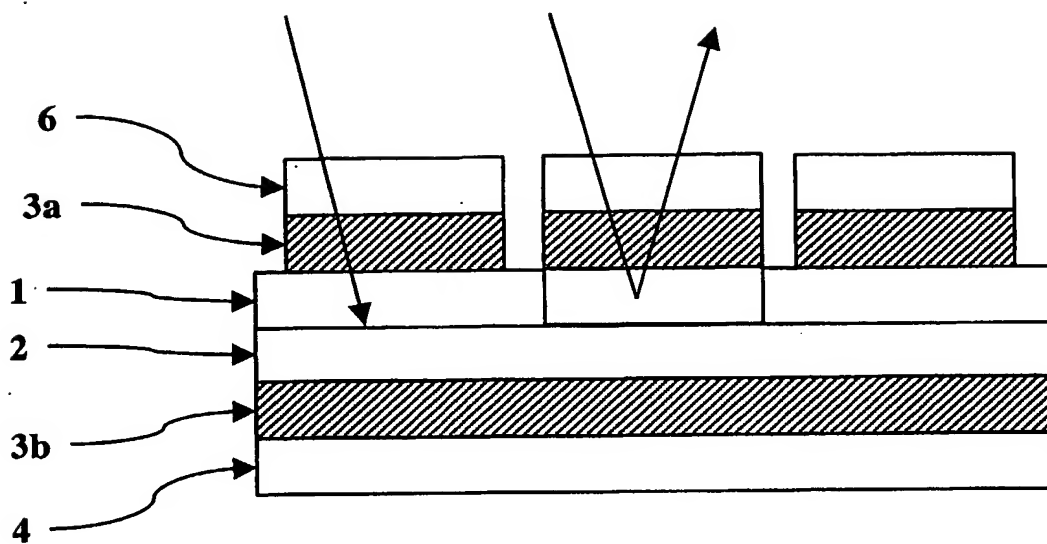




図21

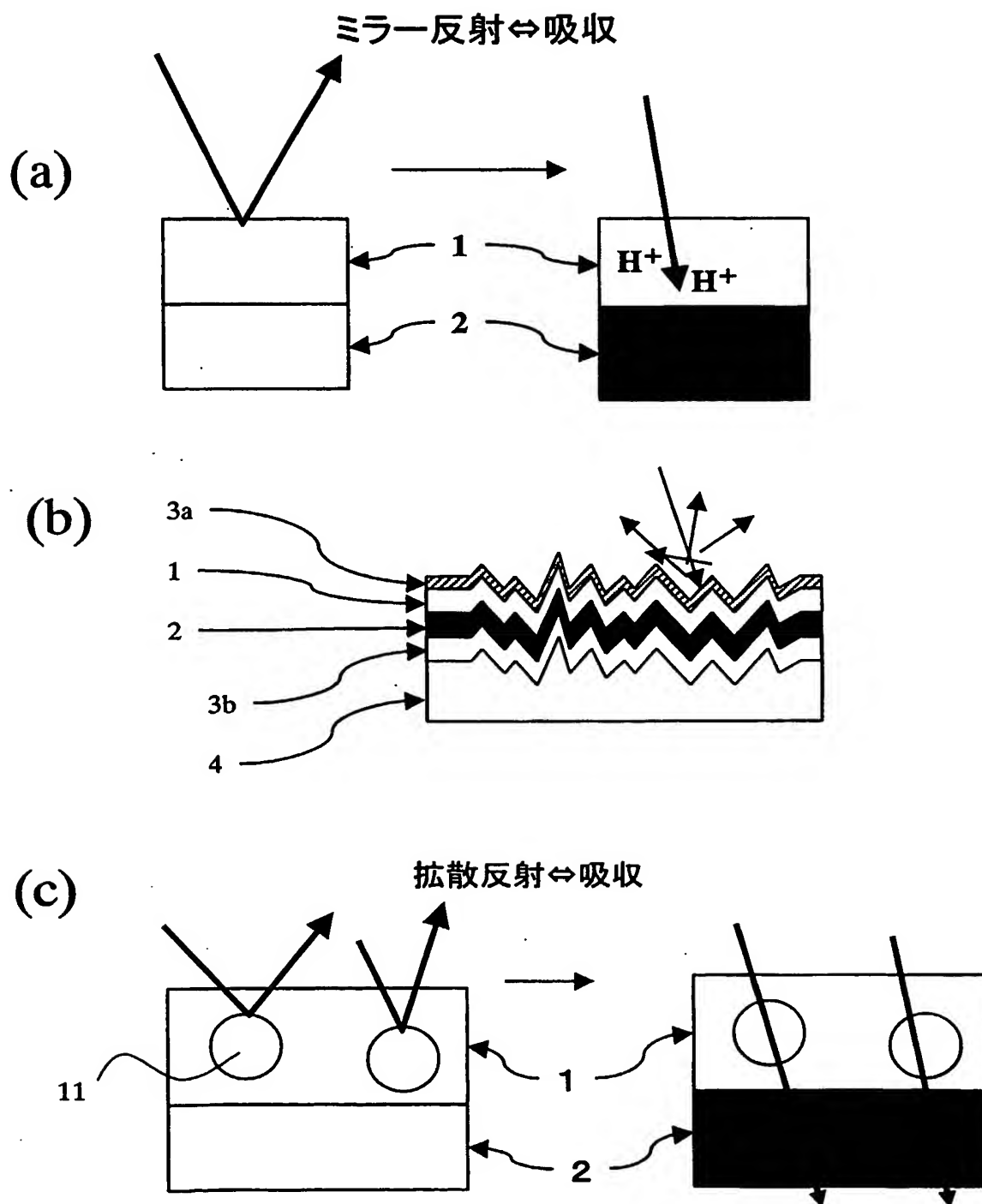


図22

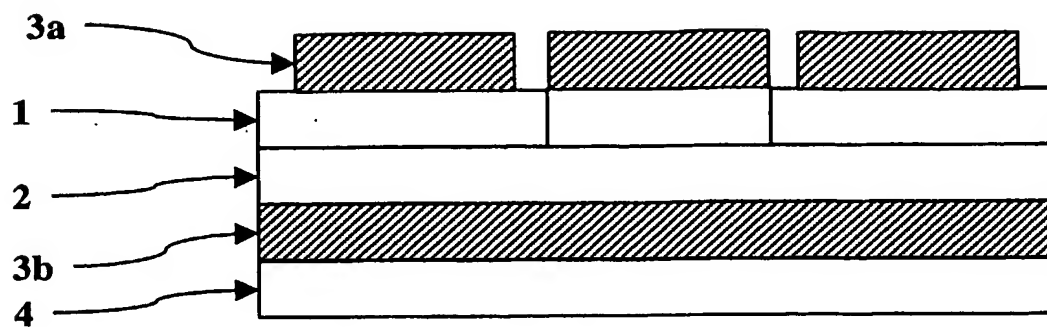


図23

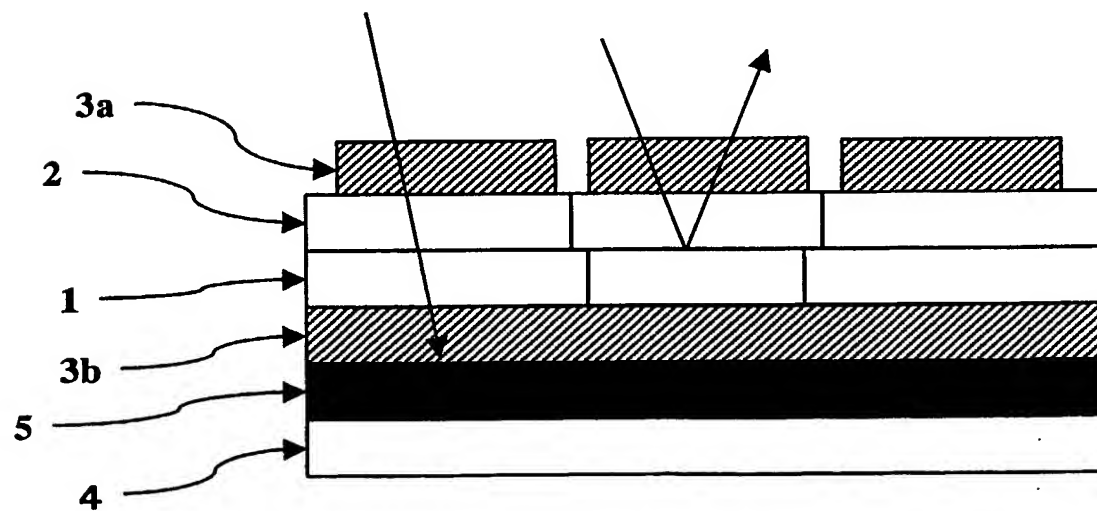


図24

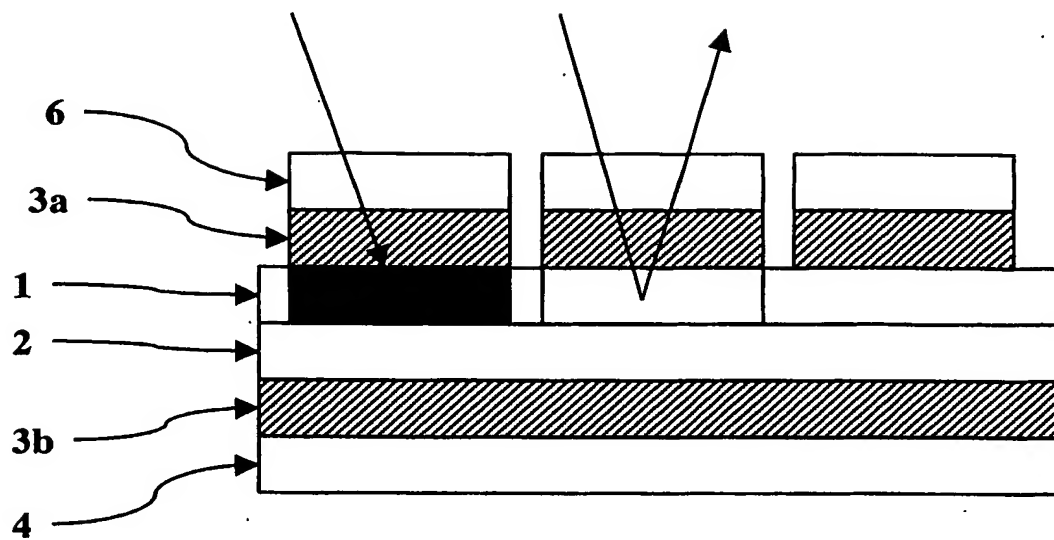


図25

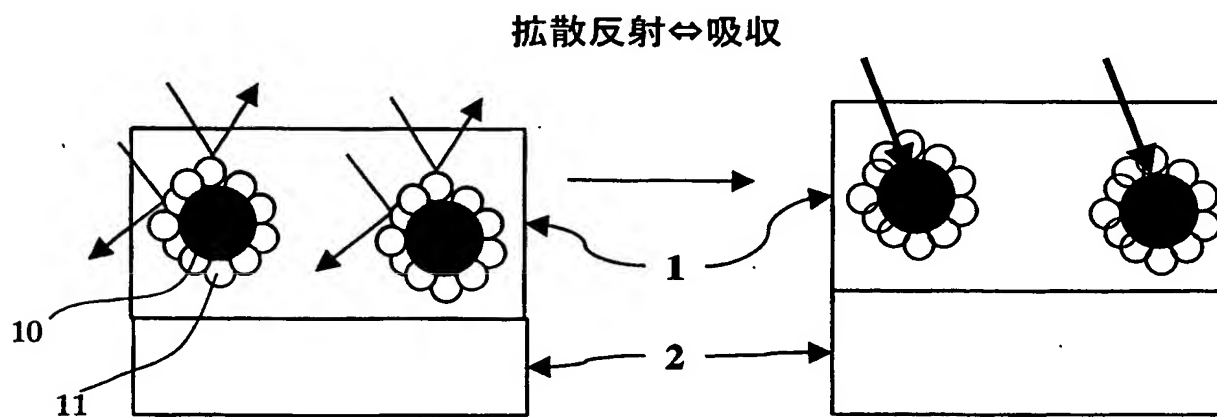


図26

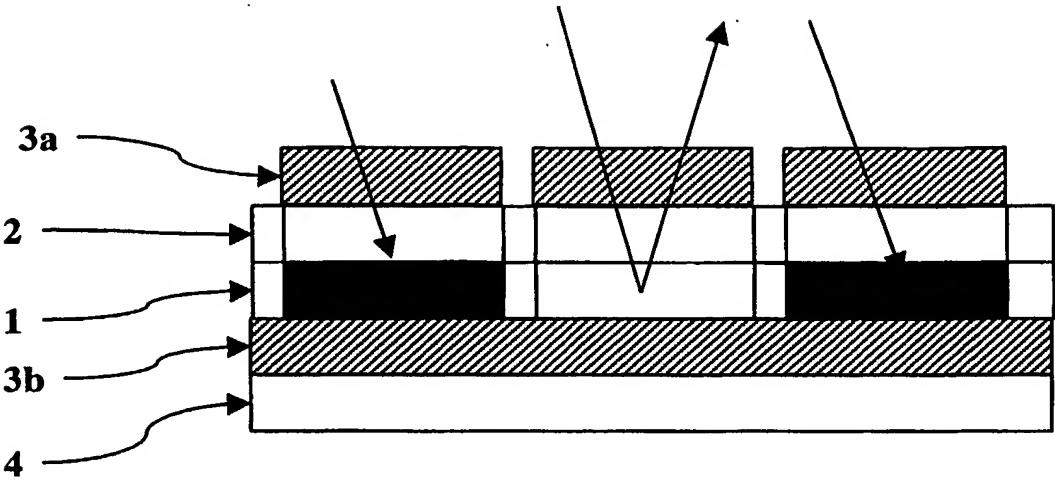


図27

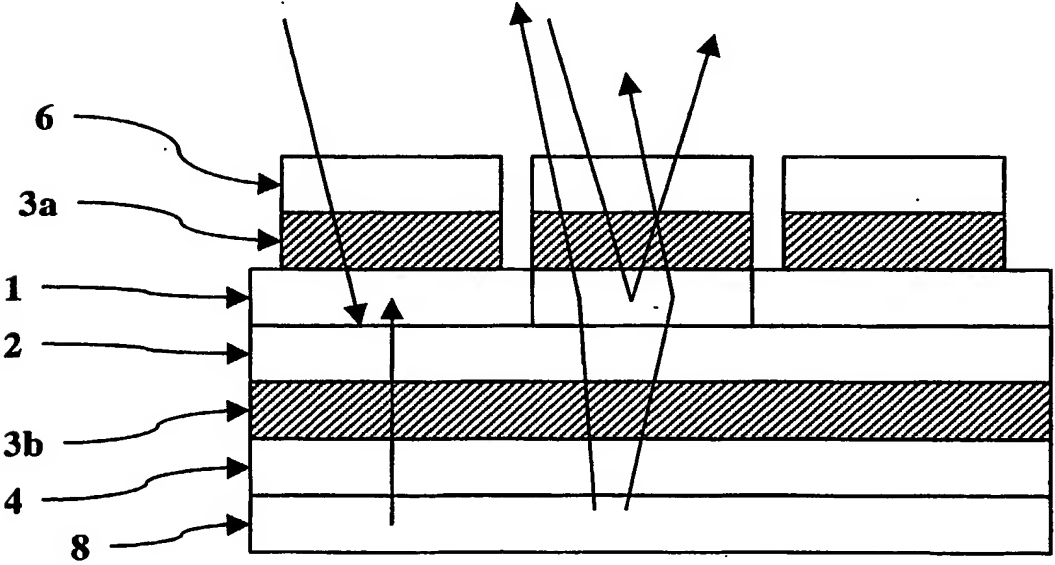


図28

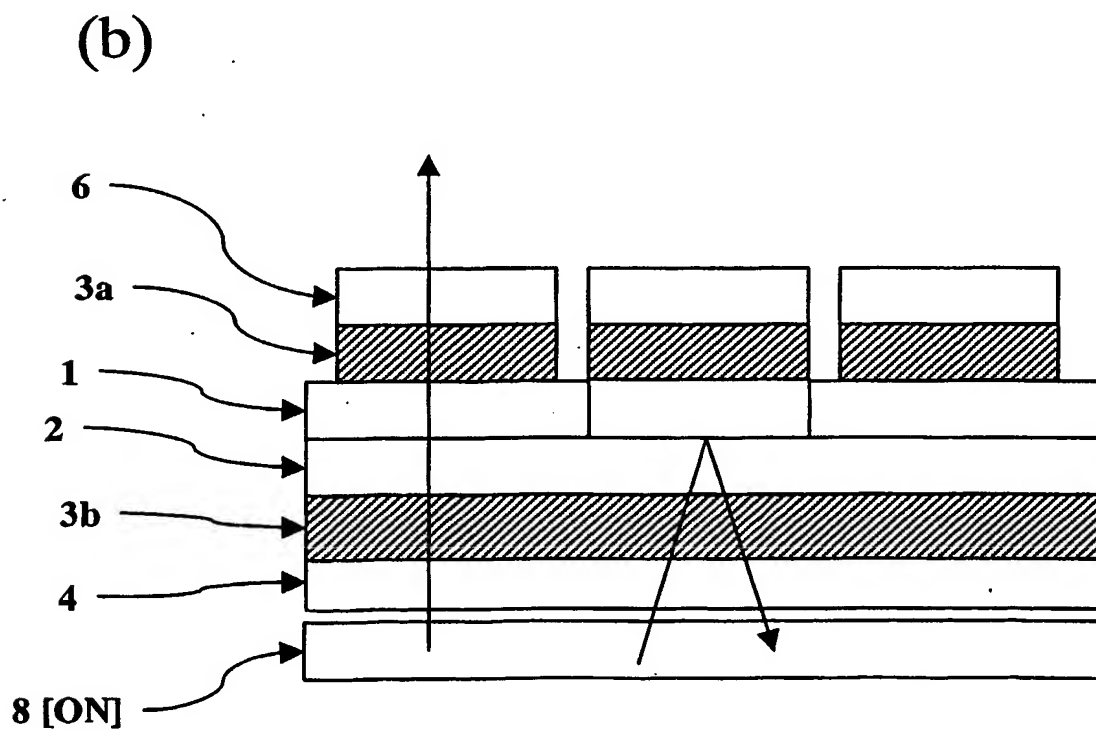
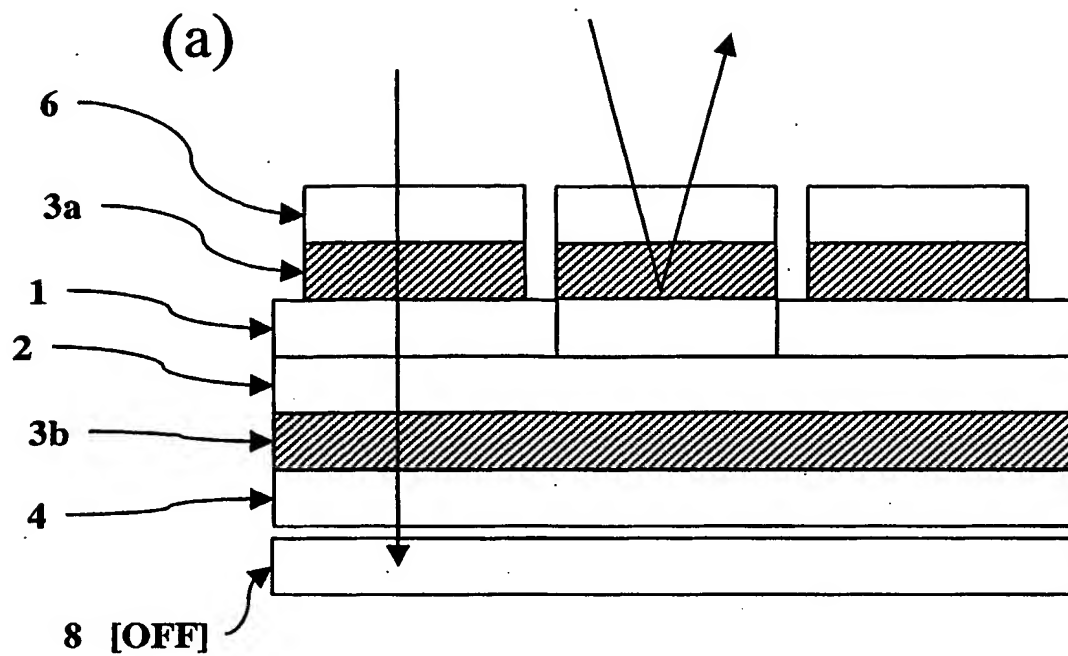


図29

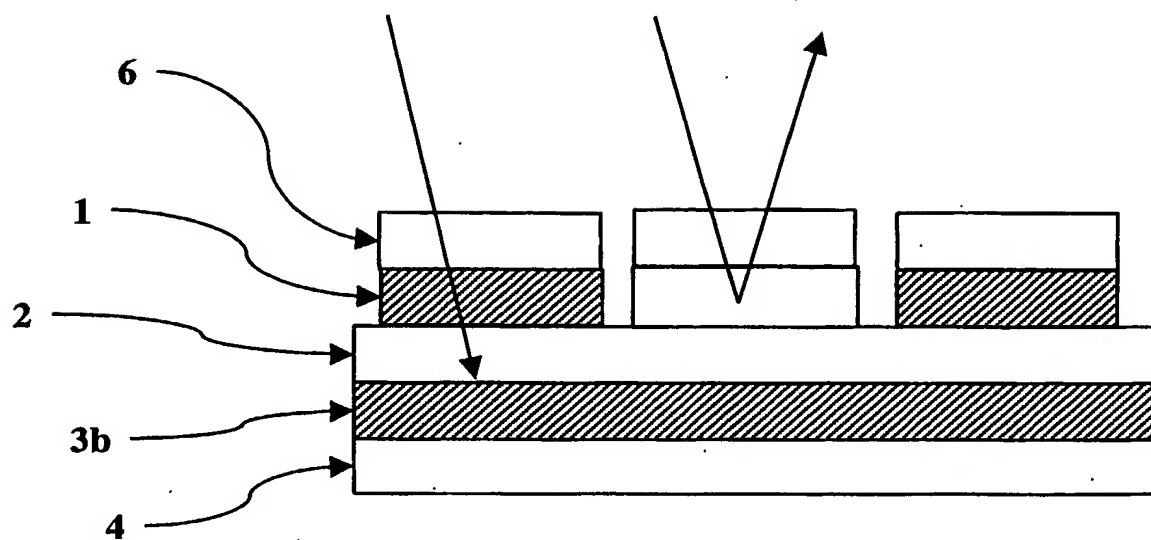
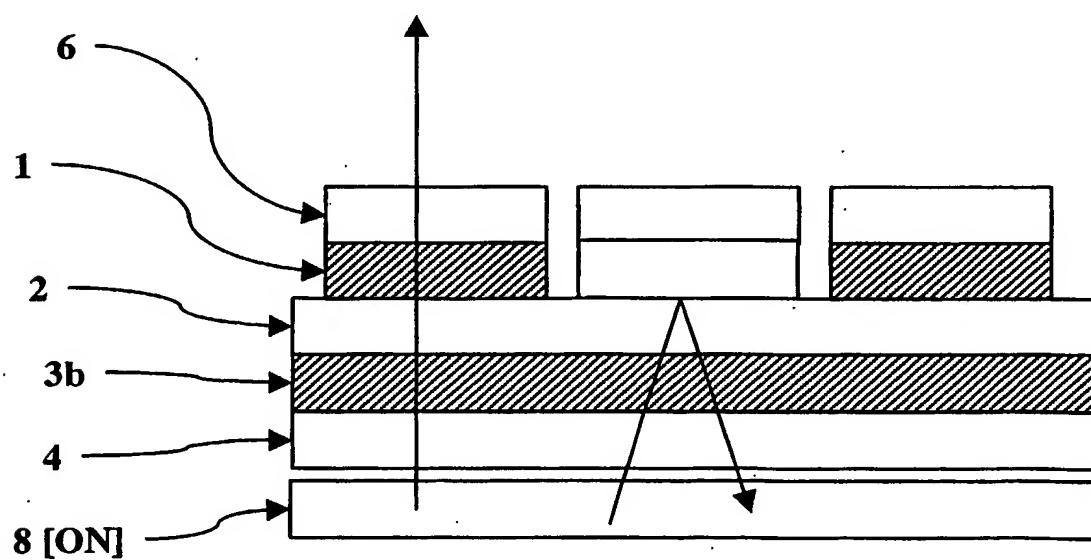


図30



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/19, G02F1/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/19, G02F1/17Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-117124 A (Agilent Technologies Inc.), 27 April, 2001 (27.04.01), Par. Nos. [0012] to [0018]; Fig. 2	1-3, 7-11, 12, 14, 15, 18, 29-31, 39, 40
Y	& EP 1085365 A2 & US 6317531 B	16, 17, 22, 41-44
X	JP 2001-133817 A (Agilent Technologies Inc.), 18 May, 2001 (18.05.01), Claims; Par. Nos. [0011] to [0020]; Fig. 1	1-3, 7, 11, 12, 14, 15, 18, 29-31, 39, 40
Y	& EP 1081538 A2 & US 6259853 B	16, 17, 22, 41-44
X	JP 61-143749 A (Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.), 01 July, 1986 (01.07.86), Full text; all drawings (Family: none)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 April, 2004 (30.04.04)Date of mailing of the international search report  
18 May, 2004 (18.05.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003044

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-542513 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 10 December, 2002 (10.12.02), Claims; Par. No. [0014]; Fig. 1 & WO 00/63745 A2 & US 6437900 B	16, 17, 41, 43, 44
Y	JP 2002-525679 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 13 August, 2002 (13.08.02), Par. No. [0021] & WO 00/17706 A & US 6310725 B & DE 69908294 D	42



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/19, G02F1/17

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/19, G02F1/17

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-117124 A (アジレント・テクノロジー・ インク) 2001. 04. 27, 【0012】段から【0018】 段, 【図2】 & EP 1085365 A2 & US 63 17531 B	1-3, 7, 11, 12, 14, 15, 18, 29- 31, 39, 40 16, 17, 22, 41- 44
Y		

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 04. 2004

国際調査報告の発送日

18. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 榎本 英吾

2X

9609

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-133817 A (アジレント・テクノロジー・ インク) 2001. 05. 18, 【特許請求の範囲】、【001 1】段から【0020】段、【図1】 & EP 1081538 A2 & US 6259853 B	1-3, 7, 11, 12, 14, 15, 18, 29- 31, 39, 40
Y		16, 17, 22, 41- 44
X	JP 61-143749 A (三井東圧化学株式会社) 198 6. 07. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
Y	JP 2002-542513 A (コーニックレッカ フィリッ プス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2002. 12. 10, 【特許請求の範囲】、【0014】段、【図1】 & WO 00 /63745 A2 & US 6437900 B	16, 17, 41, 43, 44
Y	JP 2002-525679 A (コーニックレッカ フィリッ プス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2002. 08. 13, 【0021】段 & WO 00/17706 A & US 6 310725 B & DE 69908294 D	42